

## Resumen

Este proyecto está orientado al diseño y el acondicionamiento de una sala de cine siguiendo las normas establecidas por el SMPTE.

El primer paso a realizar será el diseño de la sala en el cual habrá que tener en cuenta la distribución de los asientos dentro de la misma, el dimensionado de la pantalla que servirá para establecer la forma y dimensiones del recinto, así como la correcta ubicación del proyector. Posteriormente se realizará el acondicionamiento acústico del cine, con la elección de los diferentes materiales que permitan la obtención de un tiempo de reverberación óptimo.

A continuación se procederá a la selección de los equipos electroacústicos más adecuados y a su colocación a lo largo de la sala para posteriormente realizar un estudio de todos los parámetros de esta para garantizar la perfecta escucha dentro de la misma.

Se elegirán, al igual que se ha hecho con los elementos electroacústicos, los equipos de video específicos, teniendo en cuenta el sistema de proyección 3D utilizado y se procederá a su instalación dentro de la sala.

Se indicará de forma independiente cual será el esquema de conexionado correspondiente a cada una de las partes, tanto de audio como de video.

Todos los equipos y parámetros ajustables de la sala, tanto de audio como de video, se realizaran siguiendo las recomendaciones establecidas por el SMPTE para una correcta visión y escucha, así como también el diseño de la sala.

Para llevar a cabo todo lo anteriormente descrito se utilizara el programa de simulación EASE 4.3 con él que se ajustaran los parámetros más significativos para verificar que la sala cumple con las condiciones de escucha que determina la norma.

Todo esto irá acompañado de un presupuesto detallado de cada uno de los equipos y materiales utilizados, así como de los costes derivados de la mano de obra. Se adjuntarán también los planos de la sala donde se indicarán todas las medidas establecidas a lo largo del proyecto. Para la realización de estos se utilizara el programa de diseño Google SkechUp.

Por último se facilitarán las hojas de características de cada uno de los equipos instalados en la sala para conocer sus especificaciones y modo de funcionamiento.

## Abstract

This project is orientated at designing and conditioning a cinema according to standards set by the SMPTE.

First of all, the cinema hall needs to be designed, taking into consideration seat distribution and screen dimension, in order to establish the shape and dimensions of the room and the correct location for the projector.

Later the acoustic conditioning of the cinema is covered, with the choice of appropriate materials in order to permit an optimum reverberation time.

The next step is the selection of the most appropriate electro-acoustic equipment and its positioning throughout the room. A study is then carried out of all the parameters to ensure perfect hearing in the cinema.

Then the specific video equipment is chosen, bearing in mind the 3D projection system used and is installed in the theatre.

A wiring diagram is indicated for each element used, for both audio and video.

All equipment and adjustable parameters of the room, both audio and video, are made according to the recommendations established by the SMPTE for correct viewing and listening, as is the design of the cinema..

To carry out the steps described above the EASE 4.3 simulation program is used. This program adjusts all significant parameters to verify that the room complies with the listening conditions determined by the standard.

A detailed budget is included for all equipment and materials used, as well as the labour costs. Plans of the room, showing all measurements taken during the project are indicated. This is done using the Google SkechUp program.

Finally data sheets are provided for each piece of equipment installed in the room detailing specifications and operating mode.



## PROYECTO FIN DE CARRERA PLAN 2000

E.U.I.T. TELECOMUNICACIÓN

**TEMA:** CINE DIGITAL 3D

**TÍTULO:** DISEÑO Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO Y ELECTROACÚSTICO DE UNA SALA DE PROYECCIONES EN 3D

**AUTOR:** RAÚL ARRIBAS PÉREZ  
MARÍA JOSÉ GARCÍA LOBATO

**TUTOR:** LUÍS IGNACIO ORTÍZ BERENGUER

Vº Bº.

**DEPARTAMENTO:** DIAC



**Miembros del Tribunal Calificador:**

**PRESIDENTE:** EDUARDO MATÍN NOVO

**VOCAL:** LUIS IGNACIO ORTÍZ BERENGUER

**VOCAL SECRETARIO:** ELENA BLANCO MARTÍN

**DIRECTOR:**

**Fecha de lectura:**

**Calificación:**

El Secretario,

### RESUMEN DEL PROYECTO:

Este proyecto está orientado al diseño y acondicionamiento de una sala de cine 3D siguiendo las normas SMPTE.

Se partirá del diseño de la sala para elegir posteriormente los elementos acústicos y electroacústicos que serán instalados en la misma. Se utilizará el programa de simulación EASE 4.3 para ajustar todos los parámetros necesarios.

Por último se procederá a la elección de los equipos de video específicos para el 3D y se instalarán en la sala siguiendo las normas anteriormente mencionadas

## INDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	4
DISEÑO Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO DE LA SALA.....	5
2. DISEÑO DE LA SALA .....	6
2.1 Elección de la forma y dimensiones de la sala .....	7
3. DIMENSIONADO DE LA PANTALLA .....	8
4. ÁNGULOS DE VISIÓN .....	8
4.1 Ángulo de visión horizontal.....	8
4.2 Ángulo de visión vertical .....	10
5. ÁNGULO DE DISTORSIÓN .....	11
6. DISTRIBUCIÓN DE LAS BUTACAS .....	13
7. COLOCACIÓN DEL PROYECTOR .....	16
8. DISTRACCIONES ARQUITECTÓNICAS.....	19
9. ILUMINACIÓN.....	19
10. ACONDICIONAMIENTO DE LA SALA .....	20
10.1 Materiales absorbentes .....	21
10.2 Cálculo del tiempo óptimo de reverberación .....	24
11. OTRAS CONSIDERACIONES.....	28
11.1 Aislamiento.....	28
11.2 Otras consideraciones a tener en cuenta. ....	29
ESTUDIO ELECTROACÚSTICO .....	30
12. FORMATOS DE CINE MULTICANAL.....	31
12.1 Formato de la sala .....	32
13. POSICIONAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS DE LOS ALTAVOCES.....	32
13.1 Canales de pantalla .....	32
13.2 Canales de Surround .....	38
13.3 Canal de efectos de baja frecuencia .....	43



14.	ECUALIZACIÓN.....	45
14.1	Ecualización de los canales de pantalla.....	46
14.2	Ecualización Surround .....	52
15.	AJUSTE DE NIVELES. ....	58
15.1	Ajuste de nivel en los canales de pantalla.....	60
15.2	Ajuste de nivel en los canales de surround .....	67
15.3	Ajuste de nivel en el canal de efectos .....	74
16.	RETARDOS. ....	77
17.	RECUBRIMIENTO. ....	84
17.1	Campo sonoro directo.....	84
17.2	Campo sonoro total.....	87
18.	INTELIGIBILIDAD. ....	93
18.1	Índice de articulación (IA).....	93
18.2	ALcons .....	94
18.3	STI .....	95
18.4	D/R.....	96
19.	ECOS .....	98
	IMAGEN .....	103
20.	CINE DIGITAL .....	104
20.1	Sistemas de sala .....	105
20.2	Masterización .....	106
20.3	Primera copia para distribución digital a salas (DCDM) .....	106
20.4	Paquete de cine digital (DCP) .....	106
21.	CINES 3D .....	106
21.1	Sistema visual humano.....	106
21.2	Orígenes del 3D .....	107
21.3	El cine 3D en la actualidad: DIGITAL 3D .....	108
	EQUIPAMIENTO.....	113

22.	EQUIPOS DE SONIDO.....	114
22.1	Procesador .....	114
22.2	Monitor de sistema .....	114
22.3	Amplificadores .....	115
22.4	Altavoces .....	115
23.	ESQUEMA SONIDO .....	118
24.	EQUIPOS DE IMAGEN .....	119
24.1	Servidor .....	119
24.2	Proyector .....	119
24.3	Armazón inferior .....	120
24.4	Pantalla.....	121
24.5	Gafas.....	121
25.	ESQUEMA IMAGEN .....	122
	PRESUPUESTO .....	123
26.	SONIDO.....	124
27.	MATERIALES .....	124
28.	IMAGEN .....	125
29.	HONORARIOS .....	125
30.	OTROS.....	126
31.	TOTAL .....	126
32.	CONCLUSIONES .....	127
	PLIEGO DE CONDICIONES.....	128
	ANEXOS .....	146
	Anexo I: Tablas de ajustes de nivel .....	147
	Anexo II: Acotaciones de la sala .....	163
	BIBLIOGRAFÍA.....	167

## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este proyecto está orientado al diseño y acondicionamiento de una sala de cine siguiendo las normas establecidas por el SMPTE para conseguir una sala cinematográfica digital en 3D con unas condiciones óptimas tanto de visión como de escucha para todo el público presente en la sala y garantizar la máxima comodidad de este.

El primer paso a realizar será el diseño de la sala en el cual habrá que tener en cuenta la distribución de los asientos dentro de la misma, el dimensionado de la pantalla que servirá para establecer la forma y dimensiones del recinto, así como la correcta ubicación del proyector. Posteriormente se realizará el acondicionamiento acústico del cine, con la elección de los diferentes materiales que permitan la obtención de un tiempo de reverberación óptimo.

A continuación se procederá a la selección de los equipos electroacústicos más adecuados y a su colocación a lo largo de la sala para posteriormente realizar un estudio de todos los parámetros de esta para garantizar la perfecta escucha dentro de la misma.

Se elegirán, al igual que se ha hecho con los elementos electroacústicos, los equipos de video específicos, teniendo en cuenta el sistema de proyección 3D utilizado y se procederá a su instalación dentro de la sala.

Se indicará de forma independiente cual será el esquema de conexionado correspondiente a cada una de las partes, tanto de audio como de video.

Todos los equipos y parámetros ajustables de la sala, tanto de audio como de video, se realizaran siguiendo las recomendaciones establecidas por el SMPTE para una correcta visión y escucha, así como también el diseño de la sala.

Para llevar a cabo todo lo anteriormente descrito se utilizara el programa de simulación EASE 4.3 con él que se ajustaran los parámetros más significativos para verificar que la sala cumple con las condiciones de escucha que determina la norma.

Todo esto irá acompañado de un presupuesto detallado de cada uno de los equipos y materiales utilizados, así como de los costes derivados de la mano de obra. Se adjuntarán también los planos de la sala donde se indicarán todas las medidas establecidas a lo largo del proyecto. Para la realización de estos se utilizara el programa de diseño Google SkechUP.

Por último se facilitarán las hojas de características de cada uno de los equipos instalados en la sala para conocer sus especificaciones y modo de funcionamiento.

# **DISEÑO Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO DE LA SALA**

Una sala cinematográfica ideal es aquella en la que todo el mundo pueda ver y escuchar perfectamente. La norma SMPTE EG 18-1994 establece una serie de criterios de diseño que deberán ser tenidos en cuenta a la hora de diseñar una sala de cine. Estos criterios serán por ejemplo el tamaño de la imagen, el ángulo de visión y distorsión, así como la distribución de las butacas en la sala para que tanto la visión, como la comodidad del público sea la adecuada.

## **2. DISEÑO DE LA SALA**

A la hora de diseñar la sala hay que tener en cuenta una serie de características que la sala ha de cumplir para que en toda la sala tanto la visión como la audición sea correcta en todos los puntos de la misma. Para ello, habrá que tener especial cuidado en que la sala no tenga formas cóncavas en las que se pueda dar una concentración del sonido. Se deberán evitar estas formas sobretodo en el techo y las paredes, ya que estas son especialmente sensibles a altas y medias frecuencias. Los llamados “ecos batientes” son producidos sobretodo en grandes salas con paredes paralelas reflectantes, debido a que las reflexiones llegan a la audiencia demasiado retrasadas con respecto al sonido directo. Este problema se produce sobretodo en salas grandes, pudiendo obviar su efecto en salas de pequeñas dimensiones.

En salas pequeñas, las longitudes de onda de baja frecuencia pueden llegar a ser comparables con las dimensiones de la sala, dando lugar a otro problema, la llamada “coloración”. La coloración se produce debido a la superposición de una reflexión potente aislada sobre el sonido directo provocando un cambio en el timbre de la música o la voz. Si la respuesta al impulso de una sala estuviese formada únicamente por la señal directa y una reflexión más débil, se obtendría la función de transferencia de un filtro tipo peine. Que un filtro tipo peine produzca o no coloraciones va a depender del retardo señal directa-reflejada y de la diferencia entre máximos y mínimos. Si estas diferencias entre máximos y mínimos son muy altas y además los máximos están muy próximos unos de otros, no se producirían coloraciones audibles, la separación mínima entre frecuencias para que la coloración sea audible es de 20 Hz. Si la separación es mayor, la coloración se podrá percibir, habrá que intentar que esto no ocurra y si ocurre que sea en bandas de frecuencias que no afecten a la voz o a la música.

Para tratar este problema existen varios métodos, como tratar con materiales absorbentes esas frecuencias, la construcción de paredes opuestas no paralelas o la colocación de irregularidades en las paredes. Sin embargo, la mejor solución será la utilización de difusores y

la distribución de materiales absorbentes en las paredes de la sala de alta, media y baja frecuencia.

Por todo esto, la sala tendrá que estar diseñada de tal forma que las dimensiones de la sala no sean múltiplos unas de otras, que las paredes opuestas no sean paralelas y en caso de que lo sean tratarlas con material absorbente y cuidar que la sala no tenga formas cóncavas como se ha mencionado anteriormente.

## 2.1 Elección de la forma y dimensiones de la sala

Por todo lo expuesto anteriormente, la forma más aconsejable para el diseño de una sala es la forma trapezoidal. Sin embargo, la sala podría ser paralelepípedica cuidando que las dimensiones de la sala no sean iguales ni múltiplos unas de otras.

Hay que tener en cuenta que en salas con longitudes mayores de 40 m habrá problemas en cuanto a la sincronización entre el audio y la imagen.

En la siguiente figura se muestra la sala diseñada. Se ha inclinado la zona de audiencia 20,2º por motivos de visibilidad que serán explicados más adelante en este proyecto.

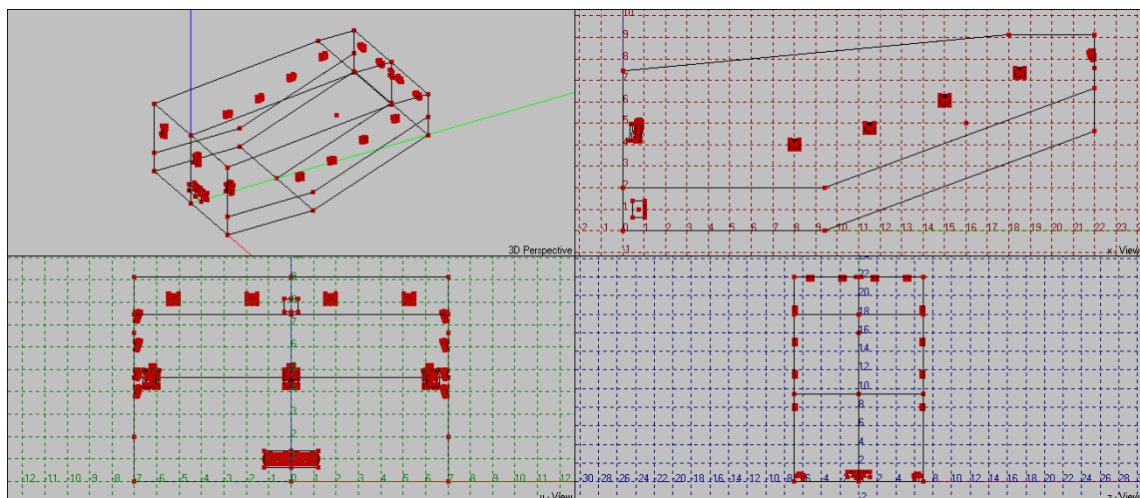


Ilustración 1. Dimensiones de la sala.

El volumen de la sala será de  $2189.85 \text{ m}^3$ , luego teniendo en cuenta que esta sala está diseñada para albergar un número de 146 espectadores, tendremos que cada espectador tendrá un volumen de  $14.99 \text{ m}^3$ , un valor muy por encima de los valores mínimos que aseguran la comodidad de este.

### 3. DIMENSIONADO DE LA PANTALLA

La pantalla es el elemento fundamental en un cine, ya que es donde serán proyectadas las imágenes a reproducir y su forma y tamaño determinarán la buena visión o no del espectador y las dimensiones de la sala.

Se utilizará una pantalla plana, ocupará casi todo el espacio de la pared frontal del cine, estará a una distancia de 1.5 m sobre el suelo para asegurarnos la buena visibilidad de la audiencia incluso cuando alguna persona esté levantada; además estará a 0.2 m del techo para evitar que las imágenes del proyector se proyecten en él. Por lo tanto como la pared frontal mide 14 m elegiremos una pantalla de 13.5 m de largo, dejando un pequeño espacio con respecto a las paredes laterales de 0.25 m. Estará diseñada para la reproducción de películas con relación de aspecto 2.35, luego tendremos un alto de la pantalla de 5.74 m. Por otro lado la pantalla no estará pegada a la pared, sino que se dejará un espacio de 1 m sobre la pared frontal (detrás de la pantalla) para en el caso de que haya que manipular los altavoces de pantalla, el técnico tenga espacio de maniobra.

Por lo tanto se tendrá una pantalla de  $13.5 \times 5.74 \text{ m}^2$  y a partir de aquí se diseñará cual será la posición correcta de los espectadores para que todos ellos tengan buena visibilidad.

### 4. ÁNGULOS DE VISIÓN

La posición de los espectadores dentro de la sala cinematográfica será aquella que permita la correcta visión de la imagen en la pantalla a todos los espectadores del cine. Para ello los ángulos de visión tanto horizontal como vertical tendrán que estar dentro de los límites marcados por la norma EG-18. La experiencia indica que la imagen de la pantalla se verá más pequeña para ángulos fuera de estos límites. Además habrá que cuidar que los espectadores no tengan obstáculos que les impidan una correcta visión de la imagen.

#### 4.1 Ángulo de visión horizontal

Según la norma este ángulo deberá ser de aproximadamente  $30^\circ$  para el espectador más lejano y como máximo de  $80^\circ$  para el espectador más cercano.

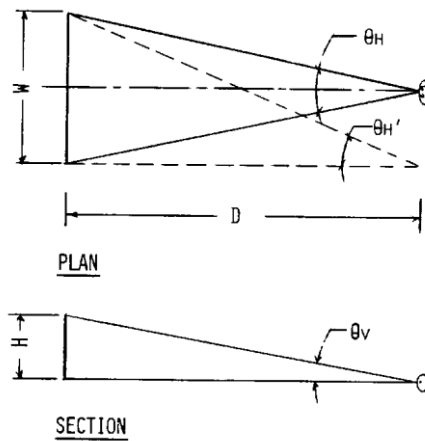


Ilustración 2. Ángulo de visión horizontal y vertical.

Siendo:

D : distancia de la pantalla al último espectador.

H: Altura de la pantalla.

W: Anchura de la pantalla.

$\theta_H$  : Ángulo de visión horizontal en grados.

$\theta_V$  : Ángulo de visión vertical en grados.

En este caso, la distancia de la pantalla al último espectador será de  $D = 21.4$  m. Teniendo en cuenta el tamaño de la pantalla es posible calcular el ángulo de visión horizontal para el último espectador obteniendo un ángulo horizontal de  $\theta_H = 35^\circ$ . Para comprobar que este valor es correcto, se acude a las normas THX, basadas en la norma SMPTE que aconsejan un rango de valores para este parámetro entre  $26^\circ$  y  $36^\circ$ . Por tanto, se concluye que este valor es aceptable para una correcta visión.

Para el espectador más cercano la norma establece un ángulo máximo de  $80^\circ$ . Luego si se coloca la primera fila de asientos a una distancia de 8.4 m de la pantalla, el ángulo obtenido será de  $77.6^\circ$ . Al colocar las butacas, la primera fila será colocada en el punto más cercano a este valor que serán 9.4 m, obteniendo entonces un ángulo de  $71.3^\circ$ , que sigue siendo menor que los  $80^\circ$  establecidos como límite.

Ángulo horizontal para el espectador más lejano:



$$\theta_H = 2 \arctg \left( \frac{\frac{1}{2}W}{D} \right) = 2 \arctg \left( \frac{\frac{1}{2} \cdot 13.5}{21.4} \right) = 35^\circ \quad \text{Ecuación 1.1}$$

Ángulo horizontal para el espectador más cercano:

$$\theta_H = 2 \arctg \left( \frac{\frac{1}{2}W}{D} \right) = 2 \arctg \left( \frac{\frac{1}{2} \cdot 13.5}{9.4} \right) = 71.3^\circ \quad \text{Ecuación 1.2}$$

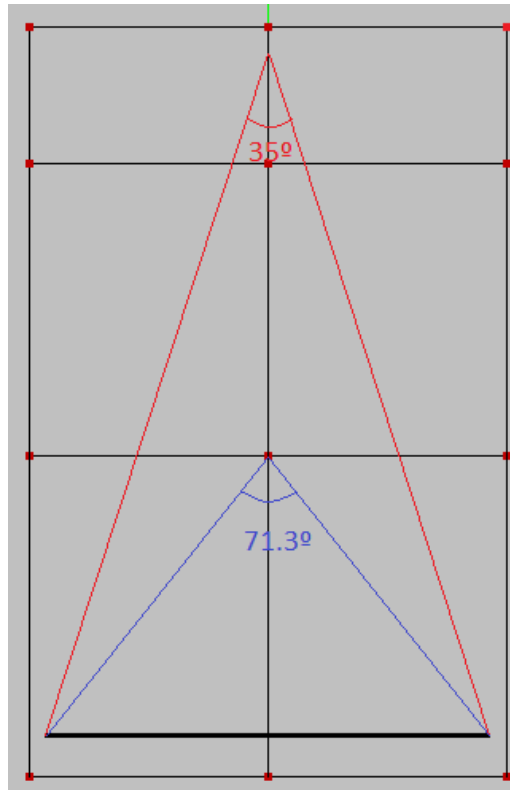


Ilustración 3. Ángulos de visión horizontales en la sala.

#### 4.2 Ángulo de visión vertical

Para que el espectador tenga una visión correcta, el ángulo de visión vertical será como máximo de  $35^\circ$  para los espectadores de la primera fila y de  $15^\circ$  como mínimo para los de la última fila.

En el diseño realizado los ángulos obtenidos son de  $33.5^\circ$  para el espectador más cercano y de  $15^\circ$  para el más lejano. Para conseguir el ángulo correcto para el espectador más lejano, se ha tenido que inclinar la zona de audiencia un ángulo de  $20.2^\circ$  y se ha tenido que colocar la última fila de butacas a 21.4m de distancia. Con esta inclinación además conseguimos una mejora de la visión de los espectadores, ya que cada fila de butacas estará a diferente altura como se verá más adelante.

Cálculo del ángulo vertical para la última fila:

$$\alpha = \arctg \frac{H}{D} = \arctg \frac{5.74}{21.4} = 15^\circ \quad \text{Ecuación 1.3}$$

Cálculo del ángulo vertical para la primera fila:

$$\alpha = \arctg \frac{H}{d} = \arctg \frac{5.74}{8.63} = 33.5^\circ \quad \text{Ecuación 1.4}$$

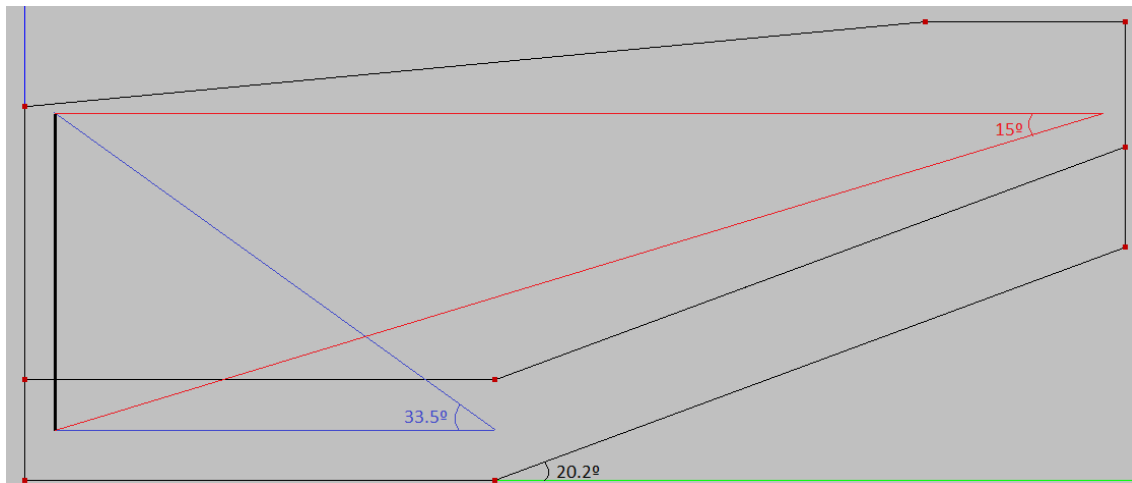


Ilustración 4. Ángulos de visión verticales de la sala.

## 5. ÁNGULO DE DISTORSIÓN

Como se observa en la siguiente figura, si la línea de visión del espectador se desvía de la perpendicular a la pantalla, este espectador percibirá la imagen distorsionada (los círculos se convertirán en elipses, los cuadrados en rombos...)

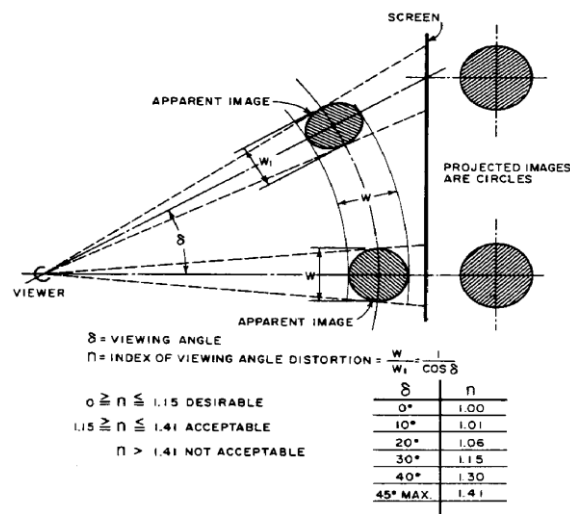


Ilustración 5. Distorsiones producidas al superar el ángulo de distorsión.

Para evitar este problema de distorsión de imagen, la norma establece que el ángulo de  $45^{\circ}$  es el límite tolerable del ángulo de distorsión. Luego, todos los asientos de la sala tendrán que estar dentro de la zona rayada, como se observa en la siguiente figura.

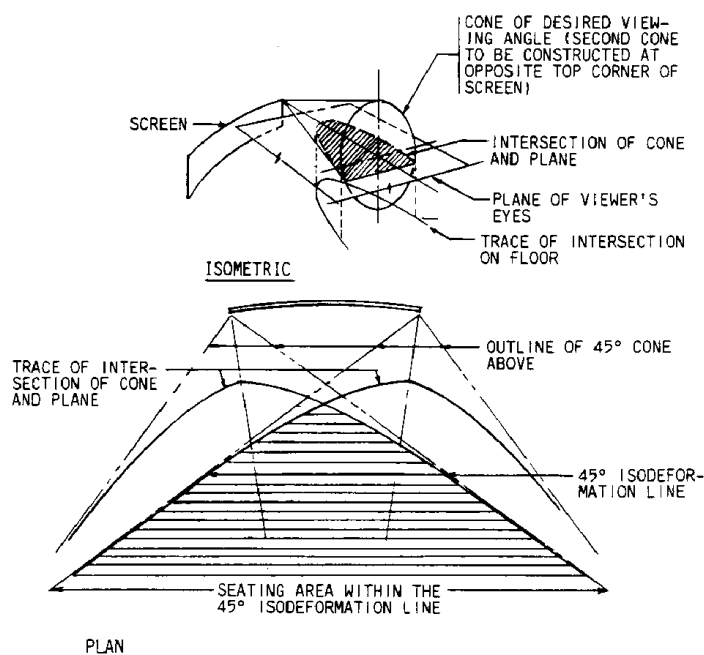


Ilustración 6. Construcción del ángulo de visión

Se calculará el punto donde comienza esta zona. Como la pantalla mide 13.5 m de largo y el ángulo tiene que ser de  $45^{\circ}$ , al realizar la tangente del ángulo se puede obtener esta distancia:

$$\operatorname{tg} 45^{\circ} = \frac{x}{\frac{13.5}{2}} ; x = 6.75\text{m} \quad \text{Ecuación 1.5}$$

El punto donde comienza la zona que nos interesa está en 6.75 m, como se ha visto en puntos anteriores la primera fila va a estar situada a 9.4 m de la pantalla, luego está dentro de la zona.

Esto solo es válido para la fila central de asientos, si colocásemos las filas laterales a la misma distancia las primeras filas de espectadores estarían situadas fuera de esta zona. Para las filas laterales, las butacas empezaran a una distancia mayor para que estén dentro de los  $45^{\circ}$  del ángulo de distorsión. Sabiendo que esta característica se cumple a partir de los 13,5 m y que la fila más cercana a dicho a valor es la de 14,2 m, las butacas laterales comenzaran a situarse a partir de dicho punto.

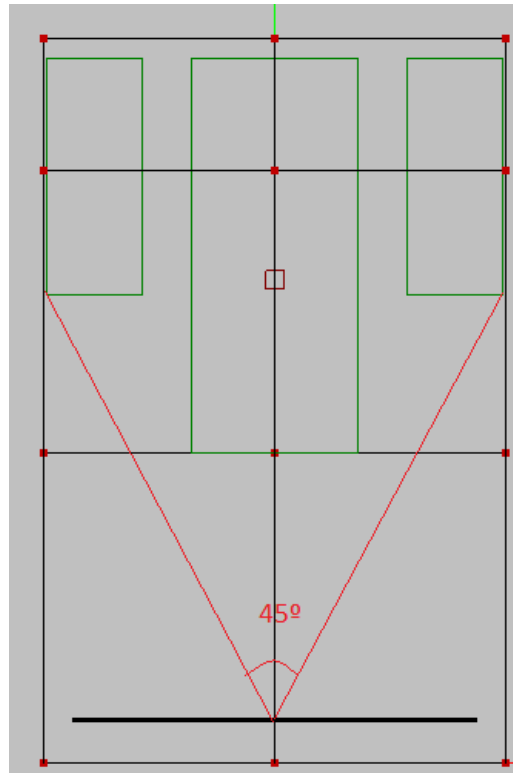


Ilustración 7. Ángulo de emplazamiento de la audiencia.

## 6. DISTRIBUCIÓN DE LAS BUTACAS

La sala será diseñada de forma que tengan tres filas de asientos, una central y dos filas laterales. El cine constará de 12 filas de butacas en la zona central y de 7 filas de butacas en cada una en los laterales. Entre las tres filas habrá dos pasillos de 1.5 m de ancho. Así se conseguirá un cine con un total de 146 butacas.

La norma establece que el espacio entre filas no podrá ser menor de 76.2 cm o entre 91 cm y 1.01 m para un mejor confort. Establece también que la anchura de los asientos no será menor que 48,26 cm, estando entre 50.8 cm y 53.34 cm para un mejor confort. Por ello, la distribución de los asientos en la sala será de la siguiente manera.

Se han seleccionado unos asientos de 0,68 x 0,60 cm, las butacas 5136 Tango Tip-up del fabricante Figueras como las que aparecen en la siguiente figura.



Ilustración 8. Butacas Tango Tip-up.

Con esta distribución se obtiene un área de 101.808 m<sup>2</sup> de zona de audiencia

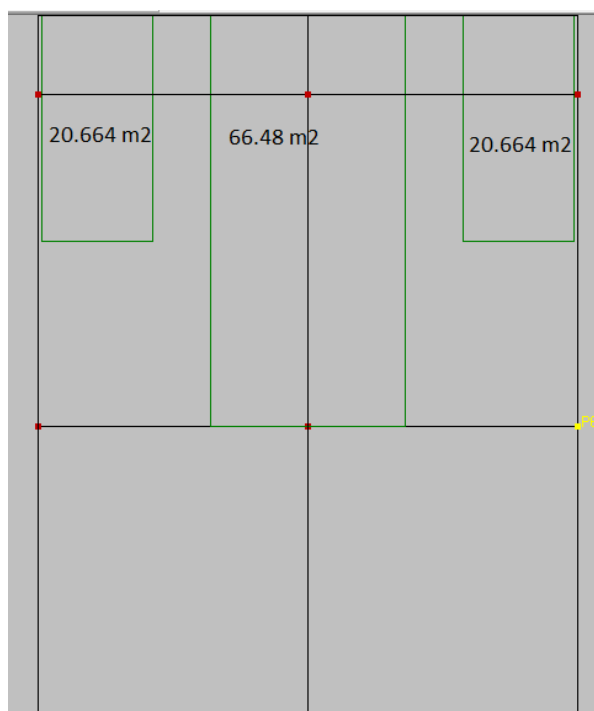


Ilustración 9. Superficies de audiencia de la sala.

En la superficie total de audiencia se han colocado un total de 146 butacas como las mencionadas anteriormente. Las butacas están distribuidas en un total de 12 filas en la parte central de la sala y 7 filas en cada uno de los laterales. Cada una de las filas laterales cuenta con 4 butacas mientras que las filas tienen una distribución ascendente desde 5 hasta 8

manteniéndose constante el número a partir de esta fila. La separación entre cada una de las filas es de 1,11m lo que aporta mayor comodidad al espectador.

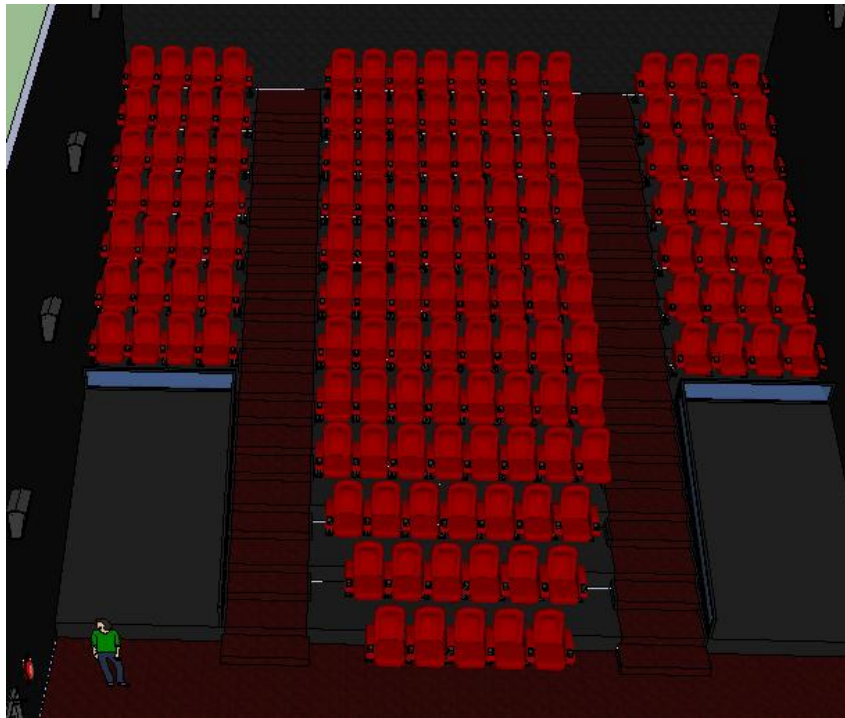


Ilustración 10. Distribución de las butacas en la sala

Para que todos los espectadores vean bien, tienen que tener una visión horizontal y vertical sin obstáculos. Hay dos formas de colocar las filas de asientos, la primera sería colocar los asientos uno detrás de otro y la segunda opción consistiría en colocar el asiento de forma que coincida con la línea media de las dos butacas situadas delante, es decir el espectador de detrás verá a través de las dos cabezas de los dos espectadores situados delante suya.

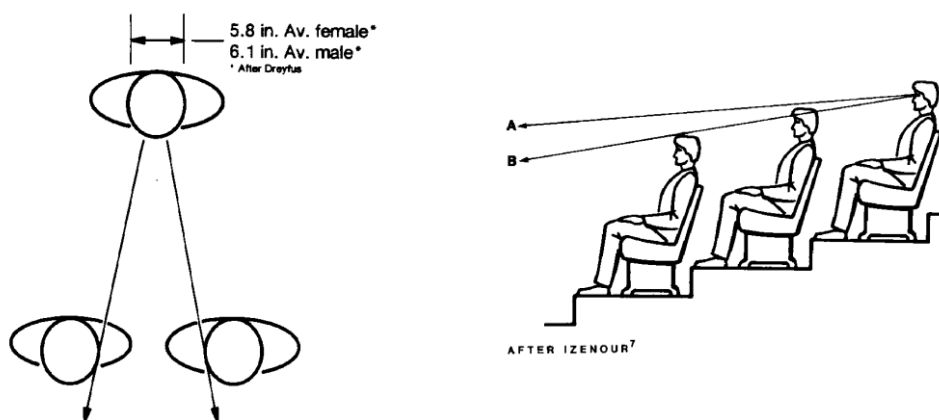


Ilustración 11. Colocación de los espectadores en la sala.

Una buena forma de evitar que los espectadores tengan obstáculos en la visión, es inclinar la zona de audiencia, de forma que el espectador situado detrás este a más altura que el situado delante, evitando así el obstáculo de su cabeza. La norma establece que la distancia vertical mínima entre dos cabezas tiene que ser de 17.78 cm (7 pulgadas).

Con la inclinación ya mencionada de  $20.2^{\circ}$ , se consigue que cada fila este unos 45 cm por encima de la anterior, lo que da lugar a una buena visibilidad de cada espectador.

Las filas de butacas tendrán que estar situadas de forma que el ángulo que formen los laterales de la fila con respecto a la línea horizontal que une el centro de la fila con el centro de la pantalla no supere los  $15^{\circ}$ . En nuestro diseño obtenemos un ángulo de  $11.3^{\circ}$  en las filas centrales de butacas. En las butacas situadas en las filas laterales este ángulo será excesivo, para arreglar este problema habrá que curvar las filas como se observa en la siguiente figura.

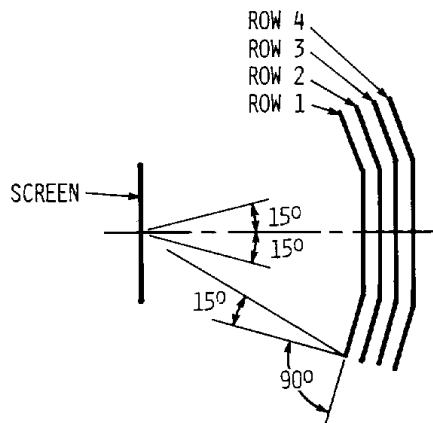


Ilustración 12. Disposición de las butacas en la sala.

Además los respaldos de los asientos deberán estar inclinados entre  $12^{\circ}$  y  $15^{\circ}$  para mejorar la visión y comodidad del espectador.

## 7. COLOCACIÓN DEL PROYECTOR

A la hora de colocar el proyector es importante tener en cuenta su posición ya que una mala colocación de este produce distorsión en la imagen. Si el proyector está colocado en otra posición que no sea la normal respecto a la pantalla (en frente de esta, en el medio) las imágenes aparecerán distorsionadas. A este efecto se le denomina distorsión por el ángulo de proyección (projection angle distortion) La norma EG 18 establece un 5% como límite tolerable de esta distorsión aunque lo ideal sería una distorsión del 3%.

Para que no haya distorsión el proyector tendría que estar colocado en frente de la pantalla en el punto correspondiente al centro de esta, tanto vertical como horizontalmente. Sin embargo, esta colocación muchas veces no es posible.

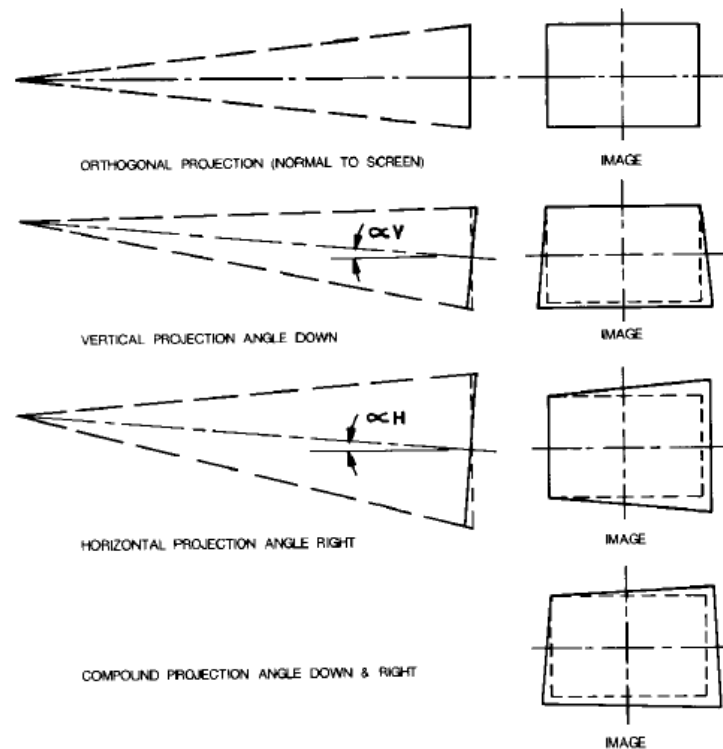
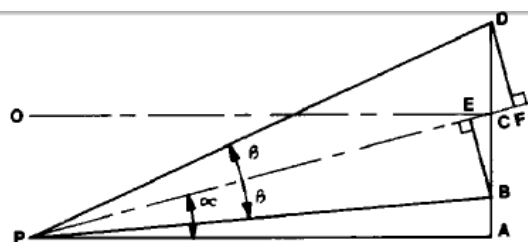


Ilustración 14. Distorsión por el ángulo de proyección

En el caso de la sala aquí diseñada, el proyector se colocará a una distancia suficiente del suelo para que una persona no pueda interferir en la proyección al levantarse, además hay que tener en cuenta que la sala está inclinada. Luego se decidirá colocar el proyector a 3 metros sobre el suelo posterior (si la parte de atrás no estuviera inclinada correspondería a una distancia de 7,6 metros del suelo), de esta forma nos aseguramos que nadie interfiera en la proyección de la película. Horizontalmente el proyector no estará desplazado del punto medio de la pantalla, luego al hacer los cálculos solo habrá considerar la distorsión vertical.





$H$  = Image height                       $H'$  = Aperture height  
 $W$  = Image width                       $W'$  = Aperture width  
 $FL$  = Lens focal length  
 $L$  =  $PA$  = Projection distance  
 $T$  =  $PC$  = Throw distance  
 $CB + CD = H$  or  $W$                        $CE + CF = \Delta T$   
 $\alpha$  = Projection angle, vertical or horizontal  
 $= \text{ARCTAN} (PO \div PA)$   
 $\beta$  = Projection beam half angle, vertical or horizontal  
 $= \text{ARCTAN} (1/2 H' \div FL)$ , or  
 $= \text{ARCTAN} (1/2 W' \div FL)$   
 $\% \text{ distortion} = (\Delta T \div T) \times 100$   
 For horizontal projection angle:  
 $\% \text{ distortion} = [(W \times \sin \alpha \times \cos \alpha) \div L] \times 100$   
 $= [(W \times \sin \alpha) \div T] \times 100$   
 For vertical projection angle:  
 $\% \text{ distortion} = [(H \times \sin \alpha \times \cos \alpha) \div L] \times 100$   
 $= [(H \times \sin \alpha) \div T] \times 100$

Ilustración 15. Formulas para determinar la distorsión por el ángulo de proyección

La norma establece una serie de cálculos para ver cuál será esta distorsión vertical. El proyector debería estar situado a 4,37 metros del suelo (sin tener en cuenta la inclinación, es decir, a 4,37 metros de suelo situado en la parte delantera de la sala) y el proyector se ha desplazado hacia arriba 2,83 metros, luego como veremos a continuación, al hacer los cálculos, se obtiene una distorsión vertical de un 3,6% que es un valor que está entre el límite y el valor recomendado por la norma; a continuación se muestran los cálculos realizados.

- Primero obtenemos el ángulo de inclinación del proyector con respecto a la pantalla. El numerador será los metros que hemos desplazado el proyector verticalmente y el denominador la distancia del proyector a la pantalla, que será de 21 metros ya que la pantalla estará situada a 1 metro de la pared frontal.

$$\alpha = \arctg \left( \frac{2,83}{21} \right) = 7,6^\circ \quad \text{Ecuación 1.6}$$

- Una vez que tenemos este ángulo obtenemos la distorsión vertical:

$$\% \text{ distorsión vertical} = [(5,74 \cdot \sin(7,6) \cdot \cos(7,6)) \div 21] = 3,6\% \quad \text{Ecuación 1.7}$$

## 8. DISTRACCIONES ARQUITECTÓNICAS

A la hora de diseñar una sala de cine hay que tener en cuenta que en el interior de este no puede haber ningún elemento que distraiga la atención del espectador. Los acabados en el interior del cine deberán ser antireflectantes y de crominancia baja. Se variará la intensidad de los colores de forma que los matices oscuros estén situados en la vecindad de la pantalla.

Los altavoces centrales deberán ser cubiertos por una tela negra y todos los altavoces deberán ser de color negro.

Habrà que tener especial cuidado con las señales luminosas de las salidas de emergencia y de los pasillos, evitando que estas puedan molestar y distraer al público.

## 9. ILUMINACIÓN

Las normas SMPTE 431-1-2006 y 196m-2003 establecen una serie de condiciones en cuanto a luminancia y distribución espectral que se deben de cumplir dentro de la sala de cine.

El nivel de luminancia estándar en la pantalla tiene que ser de 14 fL ( $48 \text{ cd/m}^2$ ) medido en el centro de la pantalla. La luminancia de las esquinas y los lados de la pantalla será medido a una distancia correspondiente al 5% del ancho de la pantalla desde los bordes de la pantalla (en nuestro cine esta distancia será de 12.8 m). La luminancia en la pantalla tendrá que estar distribuida simétricamente del centro de la pantalla, ninguna zona de la pantalla tendrá más luminancia que dicho punto.

La medición de la luminancia de la pantalla se hará con el proyector en funcionamiento normal, con la lente puesta en posición de enfoque fijada para el formato que cubre el área más grande de pantalla y se proyectará una señal 100% blanca (no habrá ninguna película en la abertura). La medición de la distribución espectral (temperatura de color) de la luz de proyección se realiza mejor manteniendo el obturador abierto, momentáneamente parado y sin ninguna película en la abertura. Las mediciones de los niveles de luz de la pantalla se realizarán en el centro geométrico de la pantalla, así como en los cuatro lados y las cuatro esquinas de esta. Al realizar las mediciones de los lados y las esquinas habrá que cubrir un recuadro correspondiente al  $5\% \pm 1\%$  del ancho de la pantalla (tendrán que ser recuadros en nuestro caso de unos  $12.8 \text{ m}^2$ ) Estas mediciones de la pantalla se realizaran en la fila más cercana al centro geométrico de la zona de audiencia y serán realizadas a una altura de 1.1 m del suelo para simular la altura de los ojos de un miembro de la audiencia.

La relación de contraste se mide por la diferencia entre una imagen totalmente blanca y una imagen totalmente negra. El SMPTE establece un valor de 1200 para las salas de proyecciones.

La cromaticidad del punto blanco (White point chromaticity) son los valores de cromaticidad que sirven para definir un “blanco” en la toma de imágenes, reproducción o codificación. Esta cromaticidad se medirá en el centro de la pantalla. La luz blanca reflejada en la pantalla tendrá un nivel de cromaticidad de  $x=0.314$  e  $y=0.351$ .

Section	Parameter	Reference
5.1	Luminance, center 100% white	48.0 cd/m <sup>2</sup> (14.0 fL)
5.2	Luminance sides	85% of center
5.2	Luminance corners	85% of center
5.3	White chromaticity, center	$x = .314$ $y = .351$

La luminancia de la pantalla se medirá con un fotómetro que tiene la respuesta espectral estándar del observador (visión fotópica). Esta visión fotópica es la percepción visual que se produce con niveles de iluminación diurnos (a plena luz del día) y posibilita la correcta interpretación del color por el ojo. El ángulo de aceptación del fotómetro será de 2° o menos. La respuesta del fotómetro a la alternancia de luz y oscuridad en la pantalla deberá estar integrada en el rango de 24 Hz a 72 Hz y deberá visualizar el valor de la media aritmética.

## 10. ACONDICIONAMIENTO DE LA SALA

A la hora de diseñar una sala cinematográfica es muy importante tener en cuenta el tiempo de reverberación de esta, para que tanto la música como la voz se escuchen perfectamente. Para lograrlo lo que se hace es intentar que la curva de decrecimiento sonoro tenga doble pendiente, con una pendiente más pronunciada al principio para asegurar una buena claridad de voz y una caída más lenta al final para alargar la reverberación y hacerla más adecuada para la música. En la primera fase nos encontramos las primeras reflexiones, la separación entre estas es grande y su estudio se ha de realizar siguiendo la teoría geométrica, la segunda etapa estará compuesta por las reflexiones más atrasadas, habrá una mayor densidad de reflexiones y nos encontraremos dentro del campo difuso, por lo tanto podremos realizar el estudio siguiendo la teoría estadística. Si queremos lograr esta doble caída dentro de la sala, habrá que tratar por separado las superficies donde se dan las reflexiones de primero y segundo orden con material absorbente, estas superficies serán la parte inferior de las paredes y el techo.

En salas pequeñas la búsqueda de esta doble pendiente en la energía no será tan necesaria, ya que los tiempos de reverberación de la música y la palabra son muy similares.

Las bandas sonoras de las películas son grabadas en recintos acústicamente neutros y posteriormente es frecuente la introducción de reverberación artificial. Si esta reverberación artificial tiene un valor más alto que la reverberación producida en la sala, el valor de esta última tiene un efecto insignificante en la reverberación resultante. Luego es por ello conveniente dotar a la sala de alguna reverberación, evitando crear salas excesivamente secas.

La mayor parte de las películas tienen bandas sonoras formadas por música y voz. Es por ello, que a la hora de acondicionar acústicamente una sala habrá que tenerlo en cuenta desarrollando salas con un tiempo óptimo de reverberación para la música y claridad para la voz.

### 10.1 Materiales absorbentes

En cuanto a los materiales absorbentes a utilizar, el primer paso consistirá en eliminar las reflexiones de primer orden de la sala, esto lo conseguiremos colocando materiales con alto coeficiente de absorción en la parte inferior de las paredes laterales y el techo que es donde tienen lugar las reflexiones iniciales.

Habrà que tener especial cuidado en que no se den reflexiones en la pared posterior que produzcan reflexiones de segundo orden en la pantalla que lleguen a los espectadores con retardos de unos 100 ms, ya que produciría una disminución en la inteligibilidad de la sala. Luego habrá que colocar material absorbente en esta pared para evitarlo.

Respecto al suelo, habrá que tener en cuenta la absorción producida tanto por las butacas como por la audiencia y aun así se tratara con una moqueta para producir más absorción.

Por último habrá que colocar también material absorbente en la pared situada detrás de la pantalla para evitar la formación de ondas estacionarias en esta zona.

Como se ha mencionado anteriormente, tanto las paredes como el techo son especialmente sensibles a altas y medias frecuencias, luego se utilizarán materiales absorbentes para esta gama de frecuencias.

Teniendo en cuenta todas estas consideraciones se han utilizado los siguientes materiales absorbentes para la construcción de la sala:

Pared trasera: para la pared trasera hemos utilizado una manta HP 342-G de 90 mm, muy absorbente en todas las frecuencias.

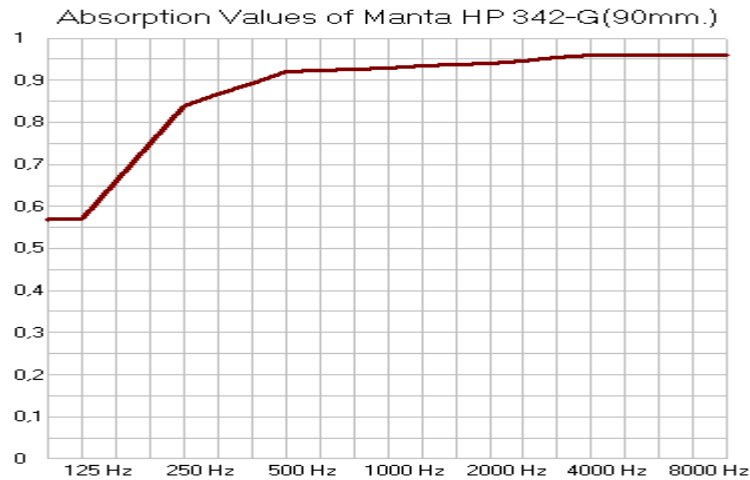


Ilustración 16. Absorción de la manta HP 342-G de 90mm.

Pared delantera: para la pared delantera de detrás de la pantalla se utiliza una manta HP 342-G de 70 mm de espesor, también muy absorbente a todas las frecuencias.

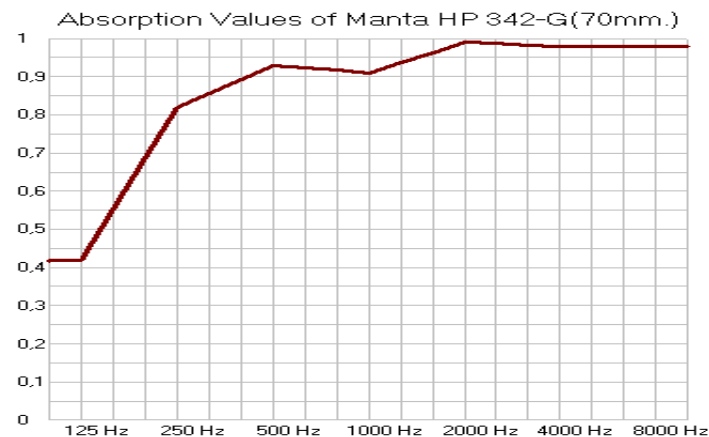


Ilustración 17. Absorción de la manta HP 342-G de 70 mm.

Techo: para la parte trasera del techo, se ha utilizado un techo FM-66/mP plumetis microperforado y para la parte delantera un techo FM-18 relieve.

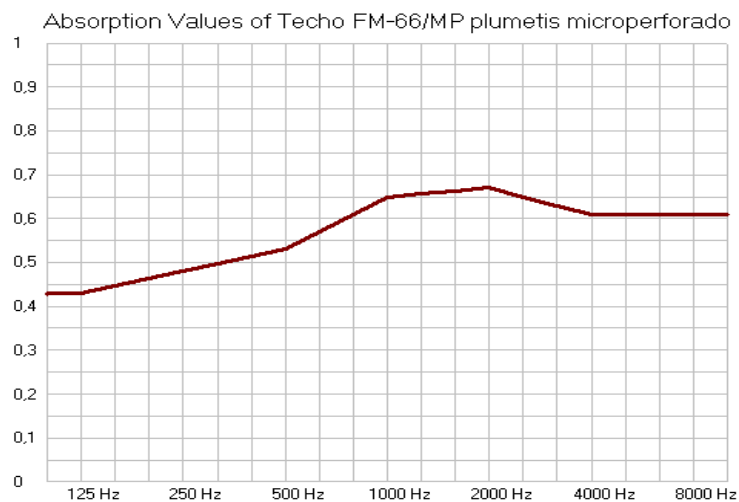


Ilustración 18. Absorción de techo FM-66/mP plumetis microperforado.

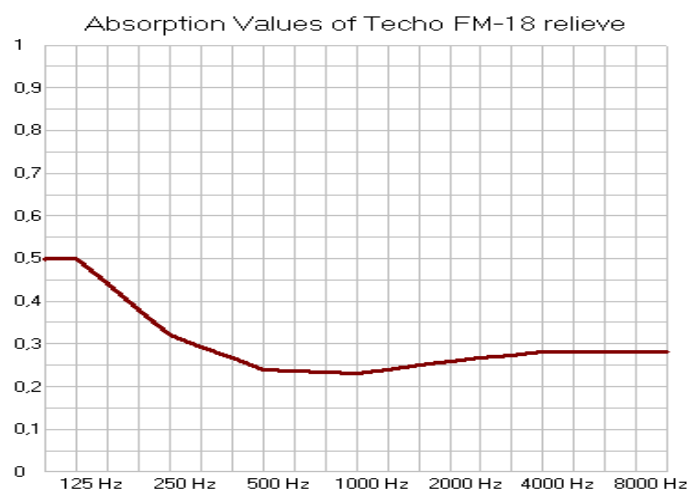


Ilustración 19. Absorción de un techo FM-18 relieve.

Paredes laterales: estas paredes han sido tratadas en dos zonas. Se utilizará un panel de arbosilicato para la zona de abajo y moqueta sobre 3 mm de fieltro para la zona de arriba.

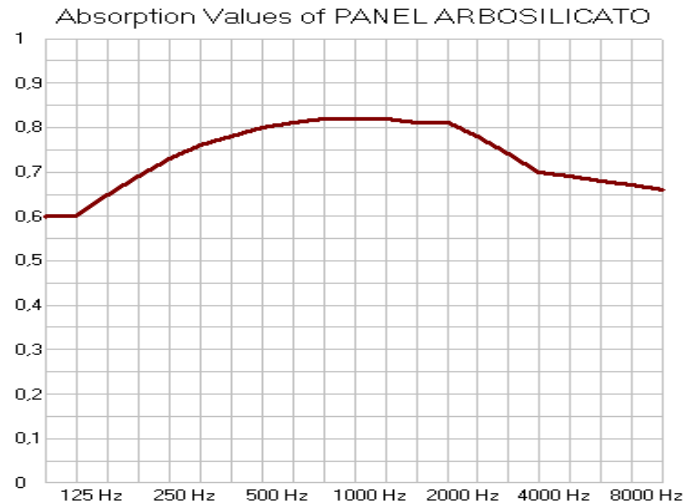


Ilustración 20. Absorción de moqueta sobre 3 mm de fieltro.

Suelo: Para el suelo se utilizará una moqueta con el coeficiente de absorción de la figura.

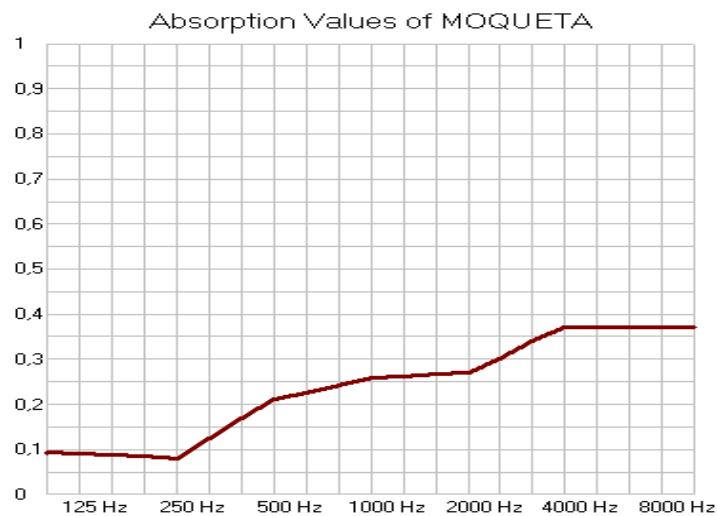


Ilustración 21. Absorción de moqueta.

## 10.2 Cálculo del tiempo óptimo de reverberación

El tiempo óptimo de reverberación se obtendrá para diferentes frecuencias. En teoría el tiempo de reverberación óptimo en una sala de cine deberá ser igual para todas las frecuencias, sin embargo, en la mayoría de los cines esto no es realizable. Este deberá de estar comprendido entre 0.5 y 2 segundos y no deberá superar estos valores en ninguna banda de frecuencias de 100 Hz a 10000 Hz.

La norma establece una serie de valores de tiempos de reverberación óptimos en función del volumen de la sala tal y como se muestra en la siguiente figura.

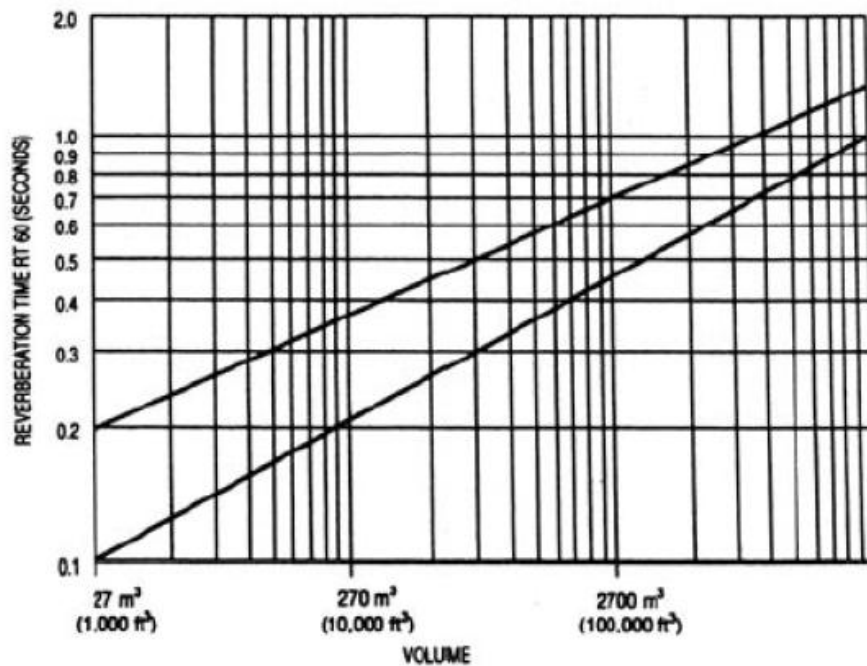


Ilustración 22. Tiempo de reverberación máximo y mínimo dependiente del volumen de la sala.

En nuestro caso, nuestra sala tiene un volumen de  $2189.85 \text{ m}^3$ , luego el tiempo de reverberación de nuestra sala deberá de estar dentro de los valores siguientes:

$$TR_{\min} = 0.48 \text{ s}$$

$$TR_{\max} = 0.68 \text{ s}$$

Para establecer cuál será el tiempo óptimo de nuestra sala partimos de la siguiente curva de TR 500:



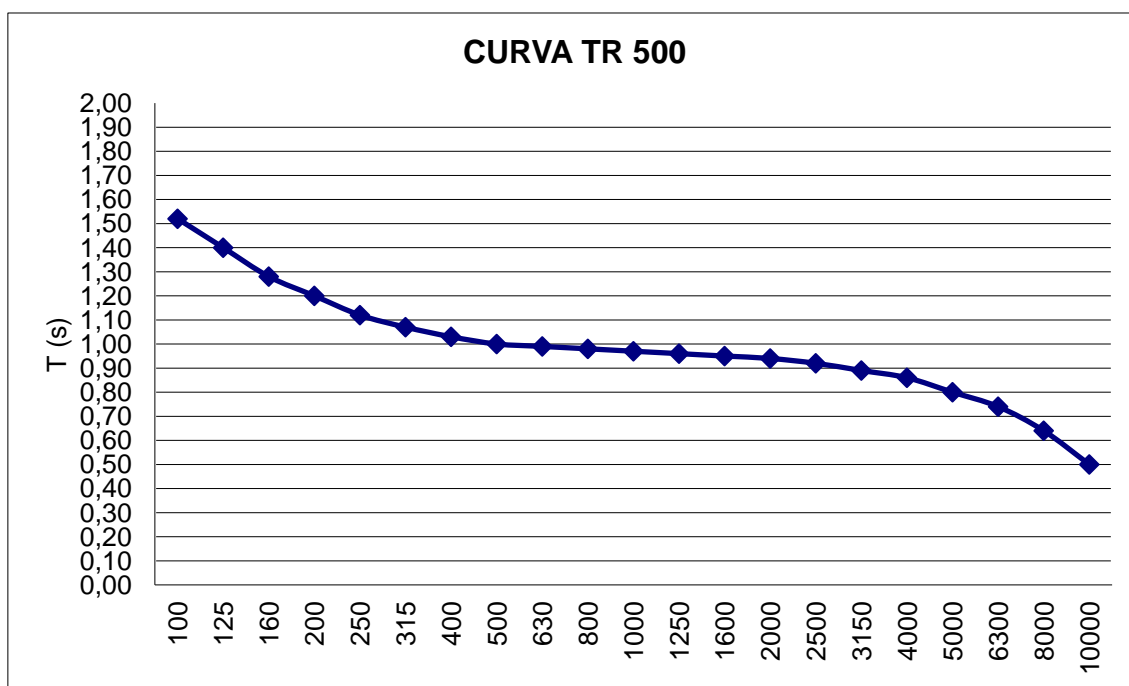


Ilustración 23. Tiempo de reverberación optimo.

Se partirá de esta curva para establecer cuáles serán las curvas de tiempo de reverberación mínimo y máximo, multiplicando estos valores de T por el valor de TRmin y TRmax obtenidos de la curva de T en función del volumen. Una vez obtenidas estas dos curvas, se obtiene el tiempo de reverberación de la sala simulada en EASE y esta curva simulada deberá estar situada entre estos dos valores en todas las frecuencias.

Banda	TR500 ratio	TR min (s)	TR max (s)	TR simulado (s)
100	1,52	0,73	1,03	0,89
125	1,40	0,67	0,95	0,89
160	1,28	0,61	0,87	0,86
200	1,20	0,58	0,82	0,83
250	1,12	0,54	0,76	0,80
315	1,07	0,51	0,73	0,72
400	1,03	0,49	0,70	0,65
500	1,00	0,48	0,68	0,59
630	0,99	0,48	0,67	0,57
800	0,98	0,47	0,67	0,55
1000	0,97	0,47	0,66	0,54
1250	0,96	0,46	0,65	0,54
1600	0,95	0,46	0,65	0,55
2000	0,94	0,45	0,64	0,55
2500	0,92	0,44	0,63	0,54
3150	0,89	0,43	0,61	0,52
4000	0,86	0,41	0,58	0,50
5000	0,80	0,38	0,54	0,49
6300	0,74	0,36	0,50	0,46
8000	0,64	0,31	0,44	0,43
10000	0,50	0,24	0,34	0,39

Tabla 1. Tiempos de reverberación de la sala.

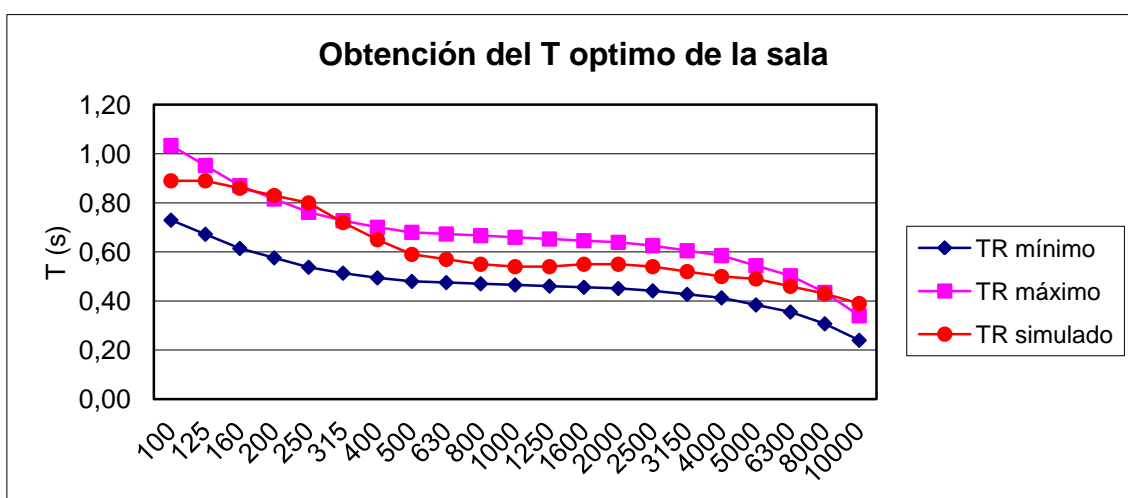


Ilustración 24. Tiempos de reverberación de la sala.

Como se observa en la figura el tiempo de reverberación de nuestra sala está dentro de los valores establecidos por la norma.

## 11. OTRAS CONSIDERACIONES

### 11.1 Aislamiento

A la hora de construir la sala, el arquitecto tendrá que tener en cuenta una serie de consideraciones. Las principales fuentes de ruido en una sala cinematográfica serán: la audiencia, el sistema de aire acondicionado y la transmisión de ruido del exterior o de salas adyacentes.

Para solventar el problema del ruido del exterior, será necesaria la construcción de tabiques dobles con cámara de aire intermedia o de tabiques macizos con material absorbente para cumplir las especificaciones marcadas por la norma. El ruido producido por los locales adyacentes, será considerado interferencia, si es perceptible durante el 1% del tiempo, como máximo.

Para calcular el aislamiento, es necesario tener en cuenta el criterio de las curvas STC (Sound Transmission Class), cuyos valores recomendados se muestran en la siguiente tabla.

31.5Hz	63 Hz	125 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
38 dB	48 dB	52 dB	66 dB	66 dB	66 dB	66 dB	66 dB

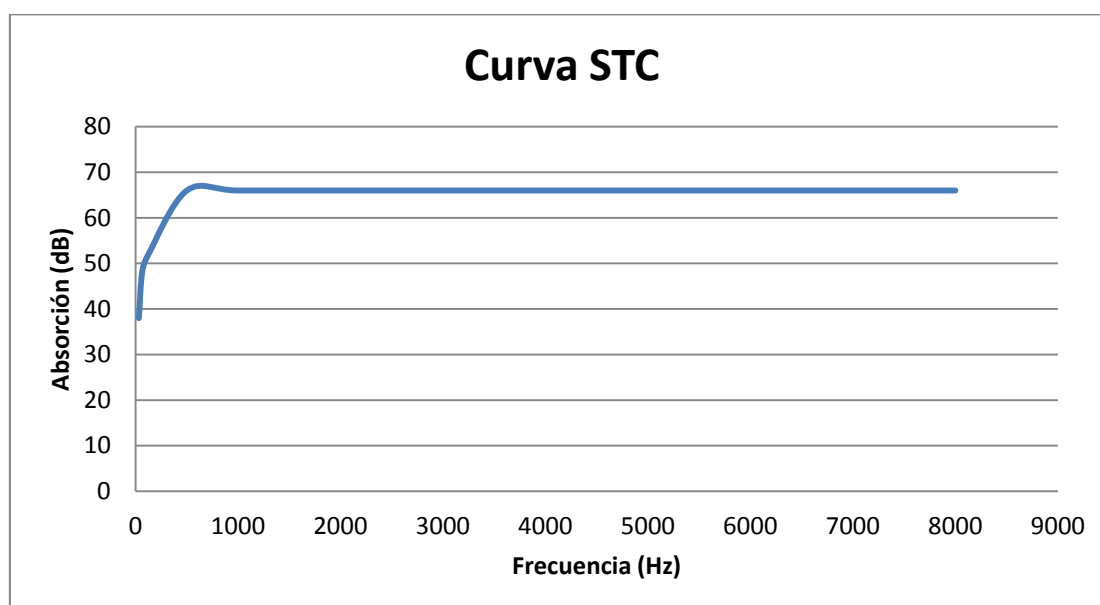


Ilustración 25. Curva STC.

En cuanto al ruido producido por los sistemas de aire acondicionado, se considera que se puede aproximar, por el criterio de ruido NC30 en todas las bandas de octava, siendo recomendable que pueda reducirse hasta NC25.

También es importante tener en cuenta la sujeción de la pantalla, ya que al estar delante de los altavoces, se ve sometida a grandes presiones y su vibración puede transmitirse a la pared posterior o al suelo, según cuál sea el punto de sujeción. Por tanto, el anclaje debe estar constituido por un elemento elástico, capaz de absorber dichas vibraciones.

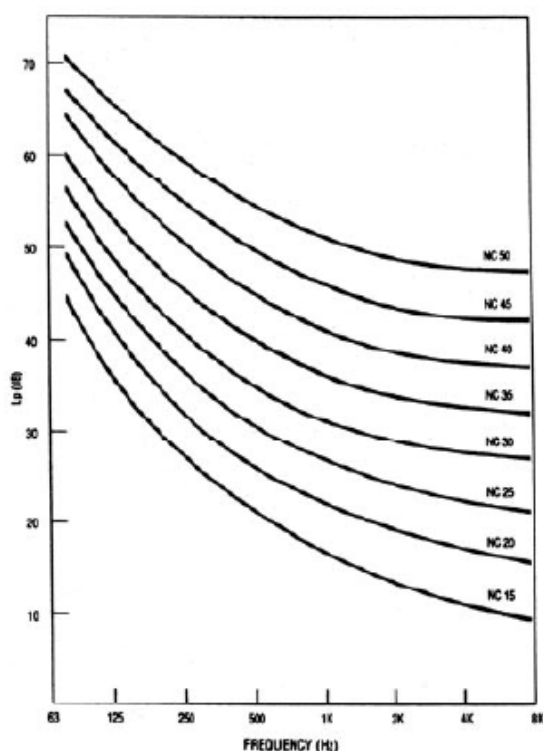


Ilustración 26. Curvas NC.

### 11.2 Otras consideraciones a tener en cuenta.

Según el *“Reglamento general de policía de espectáculos públicos y actividades recreativas”*, si el aforo de cualquier establecimiento no excede las 300 personas, la fachada de la salida que da a la vía pública ha de tener un mínimo de 7 metros de ancho. La salida a la vía pública cuando el aforo es superior a las 250 personas debe tener un ancho de 1.8m. Por último, las puertas de emergencia estarán situadas en el interior de la sala, en zonas alejadas de las puertas ordinarias para evitar que ambos tipos de puertas coincidan en el mismo vestíbulo de acceso al local. El número de puertas de emergencia está determinado por el aforo del recinto. Una sala con un aforo inferior a 300 personas solo precisa de una de estas salidas que se situará en la parte derecha de la sala, en vestíbulo de entrada de la misma.

## **ESTUDIO ELECTROACÚSTICO**

Para la realización de este estudio, se han tenido en cuenta las siguientes normas: SMPTE 202M-1998, EG18-1994, RP200-2002.

## 12. FORMATOS DE CINE MULTICANAL

En la actualidad existen diversos tipos de formatos digitales de sonido multicanal. Los más frecuentes para las salas de cine son los que se describen a continuación.

- *Dolby Digital (Dolby 5.1) o AC-3*: versión que contiene seis canales de audio de los cuales cinco son de rango completo (20Hz a 20kHz), canales central, derecho, izquierdo, trasero derecho y trasero izquierdo (C, R, L, RS y LS) y uno adicional, el subwoofer (LFE), para efectos de baja frecuencia (20Hz a 120Hz). En la película de 35mm las pistas se encuentran en la zona gris situada entre las perforaciones. Este formato utiliza la codificación perceptual para reducir el régimen binario.
- *Dolby Digital Surround EX*: este sistema trabaja de modo similar al Dolby Digital pero con un canal más de surround en la parte trasera de la sala. El sistema utiliza la codificación matricial para obtener el nuevo canal a partir de los canales de surround izquierdo y derecho lo que hace que sea un formato 6.1 cuyos canales son L, C, R, LS, RS, BS y LFE. También nos permite obtener nuevos canales traseros, el surround trasero izquierdo y el derecho mediante la codificación matricial de todos los canales de surround. Este formato puede ser reproducido en una sala que no esté preparada para esta reproducción ya que permite conmutar estos modos.
- *DTS (Digital Theater System)*: es un sistema digital de codificación de sonido que permite la existencia de seis canales independientes en una sola señal comprimida. El formato es 5.1 al igual que el Dolby Digital lo que lo hace compatible con este. El sistema necesita de un dispositivo externo para reproducir el audio ya que no lo lleva en la película. En esta se puede encontrar impreso el código de tiempos que es lo que permite la sincronización de la imagen y el audio.
- *SDDS (Sony Dynamic Digital Sound)*: este sistema cuenta con ocho canales independientes, los mismos que en Dolby Digital más dos nuevos canales centrales, el derecho y el izquierdo con lo que el sistema utiliza cinco canales de pantalla. Las pistas SDDS se encuentran en los márgenes de las películas estándar de 35mm por lo que no es incompatible con las pistas ópticas analógicas de sonido lo que hace que estas bandas puedan ser oídas en cualquier tipo de sala. Para que el uso de este sistema tenga sentido las dimensiones de la sala han de ser considerables.

### 12.1 Formato de la sala

La mayoría de las películas utilizan la codificación de audio Dolby por lo tanto la configuración escogida para la sala diseñada es la del sistema de sonido Dolby Digital EX puesto que ofrece mayor calidad de sonido y es compatible con el sistema 5.1 de Dolby. Se ha descartado el uso del sistema SDDS por las características físicas de la sala y el DTS porque es menos frecuente su uso en películas. A continuación se muestra la disposición de los elementos de este formato en la sala.

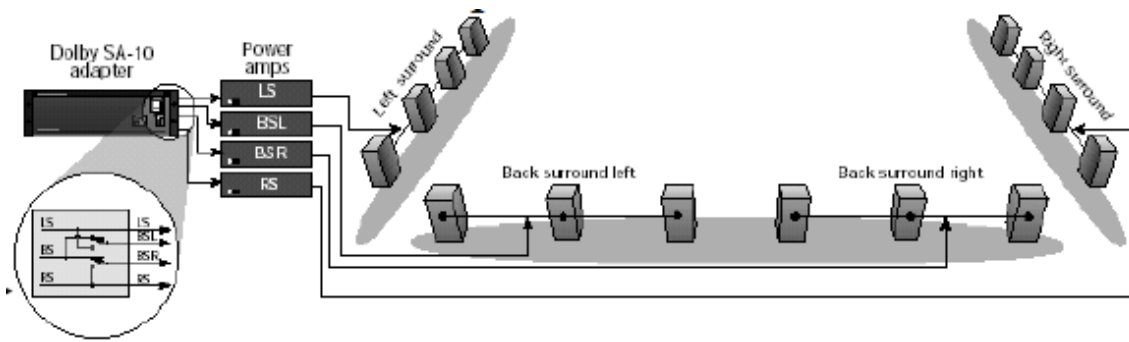


Ilustración 1. Configuración de la sala.

## 13. POSICIONAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS DE LOS ALTAVOCES.

### 13.1 Canales de pantalla

El formato digital que va a usarse en la sala es el Dolby Digital EX por lo que habrá tres canales de pantalla. El altavoz de alta frecuencia de los mismos estará situado a  $\frac{2}{3}$  de la altura de la pantalla, en este caso a 4,96m del suelo. Además, la separación de los altavoces a la pantalla debe estar comprendida entre 5 y 7cm.

Los canales laterales, L y R, serán colocados a la misma distancia del altavoz central. Según indica la norma, para una relación de aspecto de 2,35:1 los altavoces de los canales laterales de pantalla han de ser colocados lo más separados posible del altavoz del canal central pero sin sobresalir de la pantalla, por lo tanto, estos estarán situados a una distancia de 6,20m respectivamente de el altavoz central. En la siguiente imagen se muestran dichas distancias de modo diferente y teniendo en cuenta que la anchura del altavoz es de 0.6m

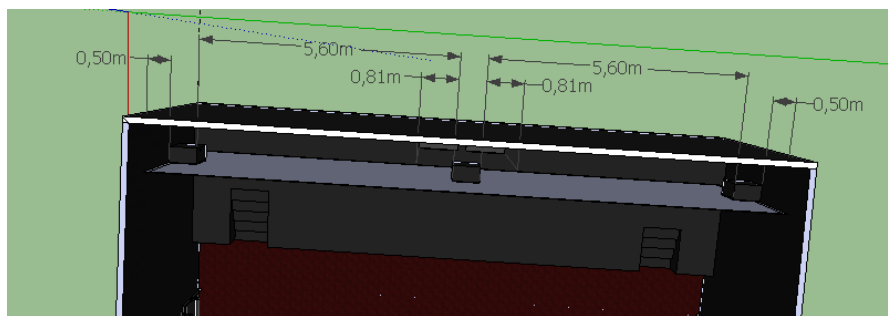


Ilustración 2. Distancias entre los altavoces centrales

La distribución de nivel de presión sonora en la sala debe ser uniforme por lo que es necesario inclinar los altavoces de modo que apunten al punto situado a  $2/3$  de la longitud de la sala. Para conseguir esto es necesario orientar los altavoces derecho e izquierdo un ángulo horizontal de  $156^{\circ}$  y  $-156^{\circ}$  respectivamente. Por otro lado, el ángulo vertical de los tres altavoces de pantalla debe ser de  $-5.5^{\circ}$  para que se cumpla la condición anteriormente mencionada.

El altavoz elegido es el modelo 3678 de dos vías de JBL que tiene una respuesta en frecuencia de  $\pm 3$  dB desde 45Hz hasta 12Hz y una sensibilidad de 98dB. Su ángulo de cobertura horizontal y vertical de  $90^{\circ}$ . Además este sistema de pantalla se puede utilizar tanto en modo pasivo como en sistema bi-amplificado.

La caja de graves está compuesta por un altavoz de 15". Cuando el sistema trabaja en modo pasivo proporciona una potencia de 300W mientras que si trabaja en modo bi-amplificado, la potencia que maneja a altas frecuencias es 50W y 600W en bajas.

En las siguientes imágenes puede verse el modelo del altavoz en el simulador, como han sido ubicados en la sala y el punto donde apuntan.

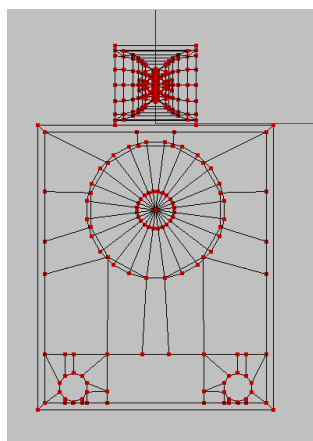


Ilustración 3. Representación del altavoz.



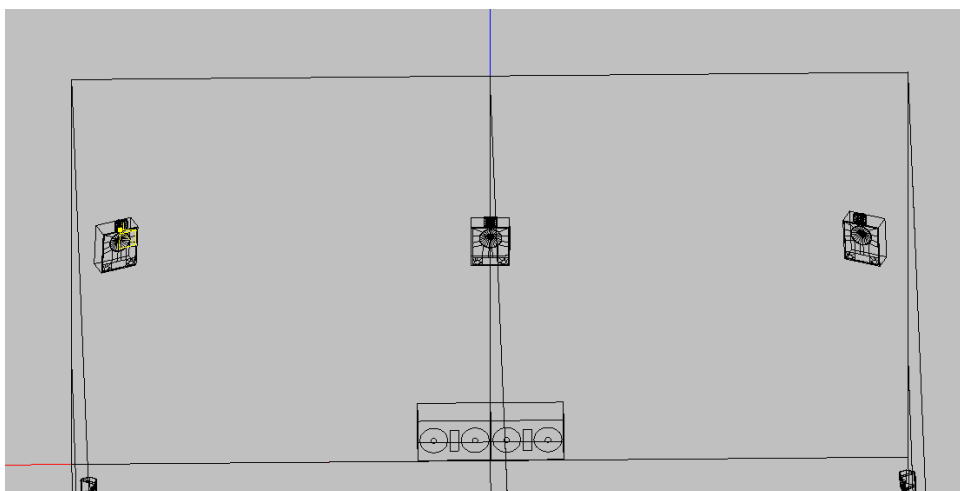


Ilustración 4. Ubicación de los canales de pantalla.

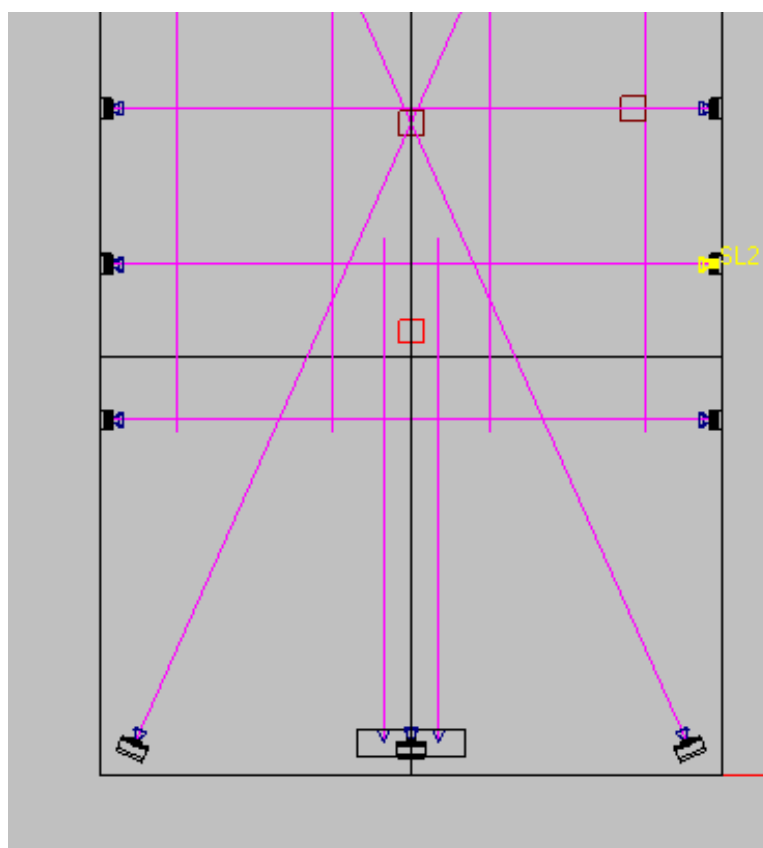


Ilustración 5. Punto donde apuntan los altavoces de pantalla.

Una vez elegidos los altavoces y colocados en la sala comprobamos que cada canal por separado debe proporcionar en el punto determinado anteriormente un nivel de pico de al menos 105dBC. El simulador proporciona los valores de nivel en dBs por lo que es necesario hacer una conversión tal y como se muestra en la siguiente tabla para comprobar que se cumplen las especificaciones marcadas por la norma.

Frecuencia	Total SPL	Ponderación C	Total ponderado
100 Hz	112,37	-0,3	112,07
125 Hz	112,38	-0,17	112,21
160 Hz	111,50	-0,08	111,42
200 Hz	110,75	-0,03	110,72
250 Hz	110,10	0	110,10
315 Hz	109,03	0,02	109,05
400 Hz	108,08	0,03	108,11
500 Hz	107,27	0,03	107,30
630 Hz	106,94	0,03	106,97
800 Hz	106,53	0,02	106,55
1000 Hz	106,00	0	106,00
1250 Hz	106,66	-0,03	106,63
1600 Hz	106,96	-0,09	106,87
2000 Hz	106,28	-0,17	106,11
2500 Hz	106,40	-0,3	106,10
3150 Hz	106,49	-0,5	105,99
4000 Hz	106,61	-0,83	105,78
5000 Hz	105,78	-1,29	104,49
6300 Hz	104,88	-1,99	102,89
8000 Hz	103,86	-3,05	100,81
10000 H	103,32	-4,41	98,91

**Nivel total = 108, 05 dB**

Tabla 1. Nivel total en el punto dulce con el canal C.

Frecuencia	Total SPL	Ponderación C	Total ponderado
100 Hz	112,31	-0,3	112,01
125 Hz	112,33	-0,17	112,16
160 Hz	111,43	-0,08	111,35
200 Hz	110,66	-0,03	110,63
250 Hz	110,00	0	110,00
315 Hz	108,91	0,02	108,93
400 Hz	107,93	0,03	107,96
500 Hz	107,09	0,03	107,12
630 Hz	106,76	0,03	106,79
800 Hz	106,34	0,02	106,36
1000 Hz	105,80	0	105,80
1250 Hz	106,46	-0,03	106,43
1600 Hz	106,75	-0,09	106,66
2000 Hz	106,07	-0,17	105,90
2500 Hz	106,17	-0,3	105,87
3150 Hz	106,25	-0,5	105,75
4000 Hz	106,36	-0,83	105,53
5000 Hz	105,52	-1,29	104,23
6300 Hz	104,62	-1,99	102,63
8000 Hz	103,60	-3,05	100,55
10000 H	103,04	-4,41	98,63

**Nivel total = 107,92 dB**

Tabla 2. Nivel total en el punto dulce con el canal R.

Frecuencia	Total SPL	Ponderación C	Total ponderado
100 Hz	112,31	-0,3	112,01
125 Hz	112,33	-0,17	112,16
160 Hz	111,43	-0,08	111,35
200 Hz	110,66	-0,03	110,63
250 Hz	110,00	0	110,00
315 Hz	108,91	0,02	108,93
400 Hz	107,93	0,03	107,96
500 Hz	107,09	0,03	107,12
630 Hz	106,76	0,03	106,79
800 Hz	106,34	0,02	106,36
1000 Hz	105,80	0	105,80
1250 Hz	106,46	-0,03	106,43
1600 Hz	106,75	-0,09	106,66
2000 Hz	106,07	-0,17	105,90
2500 Hz	106,17	-0,3	105,87
3150 Hz	106,25	-0,5	105,75
4000 Hz	106,36	-0,83	105,53
5000 Hz	105,52	-1,29	104,23
6300 Hz	104,62	-1,99	102,63
8000 Hz	103,60	-3,05	100,55
10000 H	103,04	-4,41	98,63

**Nivel total = 107,92 dB**

Tabla 3. Nivel total en el punto dulce con el canal L.

### 13.2 Canales de Surround

Como ya se ha dicho anteriormente el formato seleccionado es el Dolby Digital EX y hay tres canales de surround de los cuales uno de ellos, el trasero, puede ser dividido a su vez en derecho e izquierdo. Para que la sonoridad en la sala sea lo más uniforme posible el número de altavoces que se coloquen en la pared trasera han de ser pares.

Estos altavoces tienen que estar colocados en los dos últimos tercios de la sala y la separación entre ellos ha de estar entre 3 y 4m. En este caso han sido colocados con una separación de 3,5m por lo que el número de altavoces que se va a instalar en la sala es de cuatro por canal. La altura de estos respecto al suelo también ha de estar comprendida entre 3 y 4,5 metros. Se ha optado por colocarlos a 3,5m los traseros y a 4m los laterales. Además, tienen que apuntar más allá de la parte central de la sala y para ello ha sido necesario inclinarlos un ángulo de  $-20^{\circ}$ .

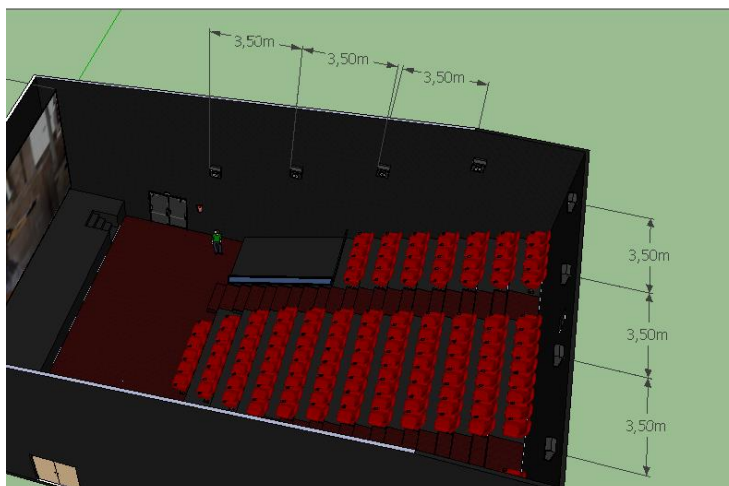


Ilustración 6. Distribución de los altavoces surround en la sala.

Para estos canales tanto en salas de pequeño aforo (menos de 200 butacas) como las de aforo medio (entre 200 y 500 butacas) se pueden utilizar altavoces de potencia moderada o elevada, y para salas cuyo aforo se considera grande (más de 500 butacas) solo podrán usarse los de potencia elevada. En este caso la sala cuenta con 146 butacas por lo que, se utilizarán los altavoces para salas de pequeño aforo cuyas características son una sensibilidad de 96 dB y una potencia de 250W.

El altavoz elegido en este caso es el 8340A de JBL que cumple con las características anteriormente descritas. Sus ángulos de cobertura vertical y horizontal son  $80^{\circ}$  y  $100^{\circ}$  respectivamente a -6 dB.

A continuación se muestra la disposición de estos altavoces en la sala.

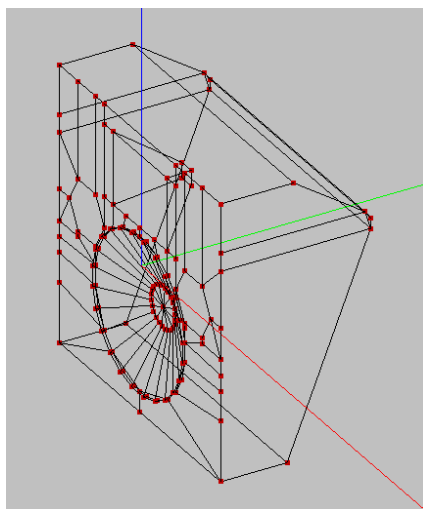


Ilustración 7. Representación del altavoz.

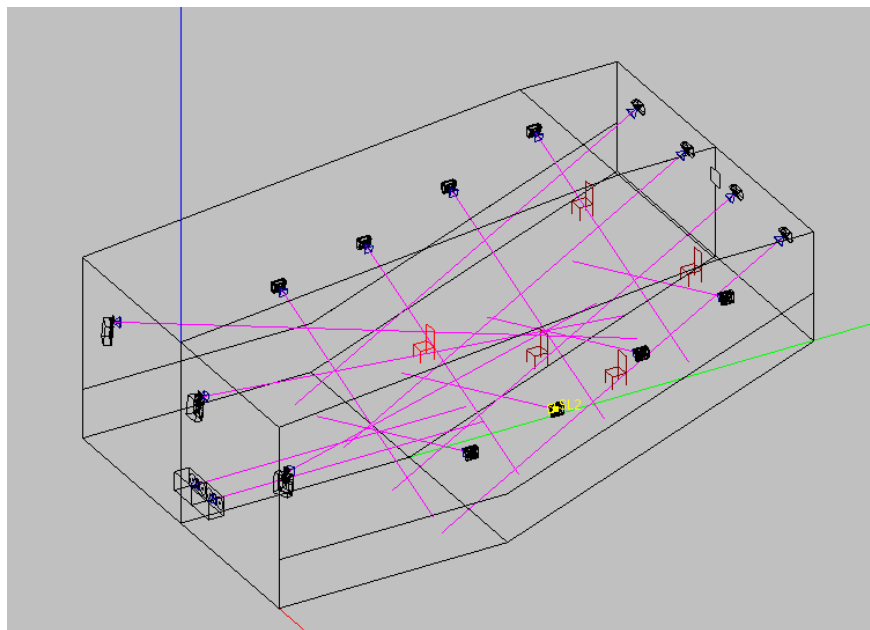


Ilustración 8. Ubicación de los canales de pantalla.

Después de seleccionar los altavoces y ubicarlos en la sala se comprueba que cada canal por separado debe dar en el punto situado a  $2/3$  de la longitud de la sala un nivel de pico de al menos 102dBC. A continuación se muestran los valores obtenidos para cada uno de los canales, al igual que con los canales de pantalla, después de efectuar la ponderación C.

Frecuencia	Total SPL	Ponderación C	Total ponderado
100 Hz	109,75	-0,3	109,45
125 Hz	109,77	-0,17	109,60
160 Hz	109,36	-0,08	109,28
200 Hz	109,04	-0,03	109,01
250 Hz	108,78	0	108,78
315 Hz	108,34	0,02	108,36
400 Hz	108,02	0,03	108,05
500 Hz	107,84	0,03	107,87
630 Hz	107,68	0,03	107,71
800 Hz	107,56	0,02	107,58
1000 Hz	107,48	0	107,48
1250 Hz	106,32	-0,03	106,29
1600 Hz	105,21	-0,09	105,12
2000 Hz	104,14	-0,17	103,97
2500 Hz	103,49	-0,3	103,19
3150 Hz	102,82	-0,5	102,32
4000 Hz	102,17	-0,83	101,34
5000 Hz	101,42	-1,29	100,13
6300 Hz	100,66	-1,99	98,67
8000 Hz	99,85	-3,05	96,80
10000 H	99,47	-4,41	95,06

**Nivel total = 106,61 dB**

Tabla 4. Nivel total en el punto dulce con el canal BS.

Frecuencia	Total SPL	Ponderación C	Total ponderado
100 Hz	109,50	-0,3	109,20
125 Hz	109,51	-0,17	109,34
160 Hz	109,06	-0,08	108,98
200 Hz	108,70	-0,03	108,67
250 Hz	108,39	0	108,39
315 Hz	107,91	0,02	107,93
400 Hz	107,55	0,03	107,58
500 Hz	107,35	0,03	107,38
630 Hz	107,12	0,03	107,15
800 Hz	106,92	0,02	106,94
1000 Hz	106,77	0	106,77
1250 Hz	105,60	-0,03	105,57
1600 Hz	104,49	-0,09	104,40
2000 Hz	103,42	-0,17	103,25
2500 Hz	102,80	-0,3	102,50
3150 Hz	102,16	-0,5	101,66
4000 Hz	101,54	-0,83	100,71
5000 Hz	100,79	-1,29	99,50
6300 Hz	100,01	-1,99	98,02
8000 Hz	99,20	-3,05	96,15
10000 H	98,80	-4,41	94,39

**Nivel total = 106,15 dB**

Tabla 5. Nivel total en el punto dulce con el canal SR.



Frecuencia	Total SPL	Ponderación C	Total ponderado
100 Hz	109,50	-0,3	109,20
125 Hz	109,51	-0,17	109,34
160 Hz	109,06	-0,08	108,98
200 Hz	108,70	-0,03	108,67
250 Hz	108,39	0	108,39
315 Hz	107,91	0,02	107,93
400 Hz	107,55	0,03	107,58
500 Hz	107,35	0,03	107,38
630 Hz	107,12	0,03	107,15
800 Hz	106,92	0,02	106,94
1000 Hz	106,77	0	106,77
1250 Hz	105,60	-0,03	105,57
1600 Hz	104,49	-0,09	104,40
2000 Hz	103,42	-0,17	103,25
2500 Hz	102,80	-0,3	102,50
3150 Hz	102,16	-0,5	101,66
4000 Hz	101,54	-0,83	100,71
5000 Hz	100,79	-1,29	99,50
6300 Hz	100,01	-1,99	98,02
8000 Hz	99,20	-3,05	96,15
10000 H	98,80	-4,41	94,39

**Nivel total = 106,15 dB**

Tabla 6. Nivel total en el punto dulce con el canal SL.

### 13.3 Canal de efectos de baja frecuencia

Estos altavoces se colocaran detrás de la pantalla, debajo del altavoz central. Lo aconsejable es que se ubiquen en el suelo pero puesto que con esa ubicación estarían al alcance de cualquier espectador y pudieran sufrir cualquier percance se opta por colocarlos a una altura no accesible para estos. En este caso se ha optado por situarlos a 1m respecto del suelo para evitar posibles problemas. Se ubicaran lo más próximos posibles entre sí para aumentar acoplamiento mutuo.

El número de subwoofers es determinado aproximadamente por el volumen de la sala ya que por cada  $707\text{m}^3$  se colocara una caja de uno o dos altavoces de graves de 18". Como el volumen de la sala es de  $2189.85\text{ m}^3$  serian necesarios 3 altavoces. En este caso el número de altavoces que se han colocado han sido dos cajas que constan de dos conos cada una ya que aportan el nivel suficiente sin necesidad de usar una tercera caja que supondría un coste adicional al proyecto y que no proporcionaría una mejor escucha dentro de la sala.

El altavoz 4642A de JBL ha sido el seleccionado porque consiste en una caja de dos conos de 18", sensibilidad de 101dB y 2400W de potencia máxima.

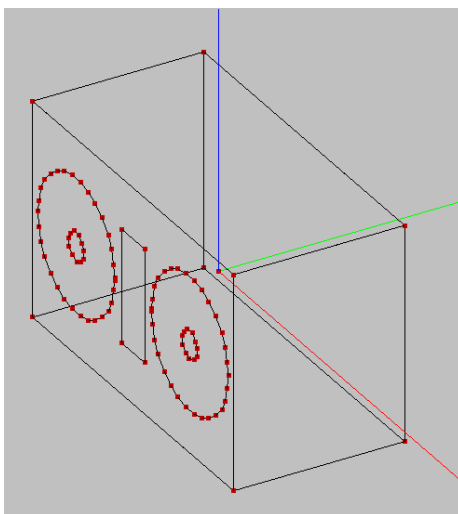


Ilustración 9. Representación del altavoz.

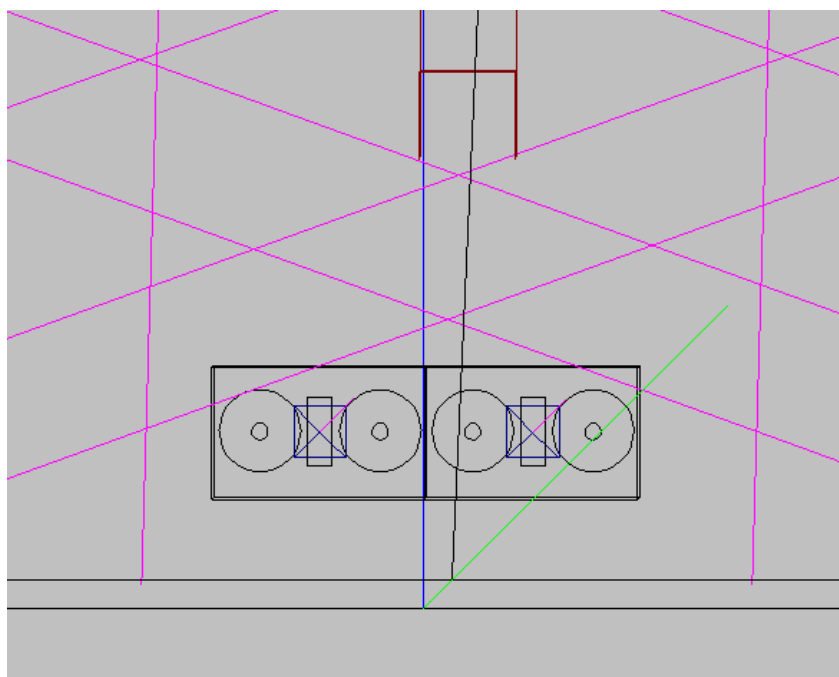


Ilustración 10. Ubicación de los canales de pantalla.

Al igual que con el resto de altavoces, una vez seleccionados y ubicados en la sala comprobamos que este canal debe dar en el punto situado a una distancia de  $1/3$  de la pared trasera un nivel de pico superior a los 115dB. A continuación se muestran los valores obtenidos para este canal.

Frecuencia	Total SPL	Ponderación C	Total ponderado
100 Hz	122,63	-0,3	122,33
125 Hz	122,65	-0,17	122,48
160 Hz	122,43	-0,08	122,35

**Nivel total = 122,39 dB**

Tabla 7. Nivel total en el punto dulce con el canal LFE.

## 14. ECUALIZACIÓN.

El siguiente paso a realizar una vez ubicados los altavoces dentro de la sala es la ecualización y para ello la herramienta que se utiliza es la Curva X que presenta la norma ISO 2969. Mediante la ecualización lo que se consigue es alterar la respuesta en frecuencia aumentando o atenuando algunas frecuencias con el fin de obtener un sonido suave y uniforme en toda la sala evitando así problemas como el enmascaramiento producido por algún pico en algunas frecuencias.

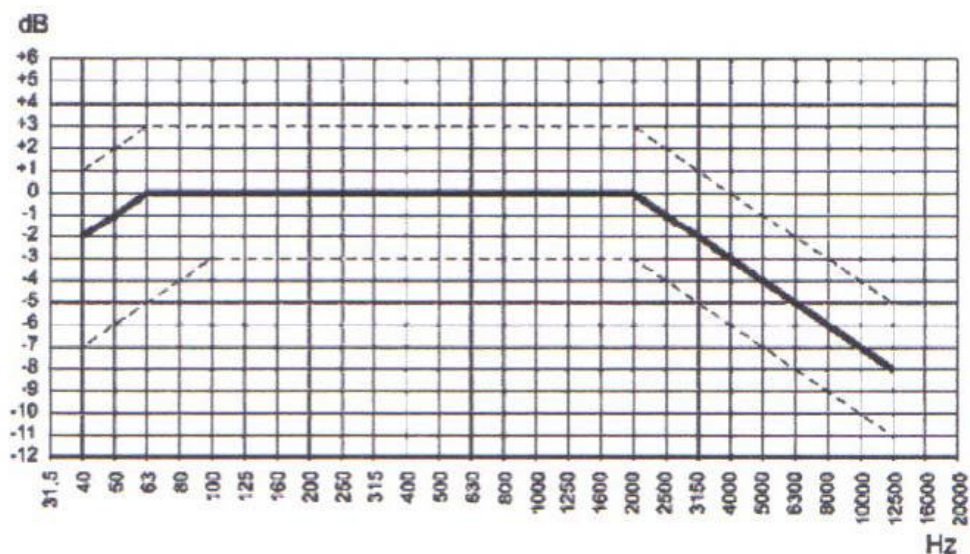


Ilustración 11. Curva X

Dicha ecualización se debe realizar de forma independiente en cada uno de los canales excepto el canal de efectos de baja frecuencia cuya ecualización no es necesaria y tomando como punto de referencia, a la hora de medir los niveles de presión sonora, el punto que se encuentra a 2/3 de la longitud de la sala (punto de ecualización). En la sala, este punto está denominado como pd.

Como puede verse en la Curva X la respuesta es plana en el rango de frecuencias comprendido entre 63 Hz y 2000 Hz. A partir de esta última frecuencia, el nivel cae 1 dB por cada tercio de octava. Puesto que la herramienta utilizada para la simulación (EASE) comienza a simular a partir de la banda de tercio de octava de 100 Hz de frecuencia no se tendrán en cuenta lo que sucede en las frecuencias inferiores a esta.

Para ello se colocará cada canal a potencia máxima de forma independiente y se medirá el nivel en cada banda. A continuación se establecerá una nueva gráfica a la que se aplicará la Curva X para posteriormente, con los valores del nivel obtenidos de la simulación con EASE

obtener valores negativos o muy cercanos a cero para que la ecualización sea correcta. Por último, a los valores de nivel del altavoz, aportados por el simulador en cada una de las bandas, se le aplicará la ecualización obteniéndose así los nuevos valores a introducir en la ventana de configuración del simulador en cada una de las bandas del altavoz que se esté ecualizando para que cuando sea activado la respuesta en la sala tenga las mismas características que la Curva X.

#### 14.1 Ecualización de los canales de pantalla

En este apartado los altavoces ecualizados son los altavoces de pantalla: C, L y R y los resultados obtenidos son los que se muestran en las siguientes tablas.

Frecuencia	Total SPL (dB)	Curva X	Nueva curva (dB)	EQ	Nivel máximo (dB)	Banda + EQ (dB)
100 Hz	112,15	0	105	-7,15	125,78	118,63
125 Hz	112,17	0	105	-7,17	125,78	118,61
160 Hz	111,25	0	105	-6,25	125,78	119,53
200 Hz	110,45	0	105	-5,45	125,78	120,33
250 Hz	109,76	0	105	-4,76	125,78	121,02
315 Hz	108,59	0	105	-3,59	125,78	122,19
400 Hz	107,53	0	105	-2,53	125,78	123,25
500 Hz	106,60	0	105	-1,60	125,78	124,18
630 Hz	106,20	0	105	-1,20	125,80	124,60
800 Hz	105,71	0	105	-0,71	125,70	124,99
1000 Hz	105,10	0	105	-0,10	125,44	125,34
1250 Hz	105,80	0	105	-0,80	126,59	125,79
1600 Hz	106,17	0	105	-1,17	127,30	126,13
2000 Hz	105,59	0	105	-0,59	127,00	126,41
2500 Hz	105,67	-1	104	-1,67	127,00	125,33
3150 Hz	105,71	-2	103	-2,71	127,00	124,29
4000 Hz	105,78	-3	102	-3,78	127,00	123,22
5000 Hz	104,93	-4	101	-3,93	126,33	122,40
6300 Hz	104,02	-5	100	-4,02	125,67	121,65
8000 Hz	102,97	-6	99	-3,97	125,00	121,03
10000 Hz	102,40	-7	98	-4,40	125	120,60

Tabla 8. Ecualización canal C.

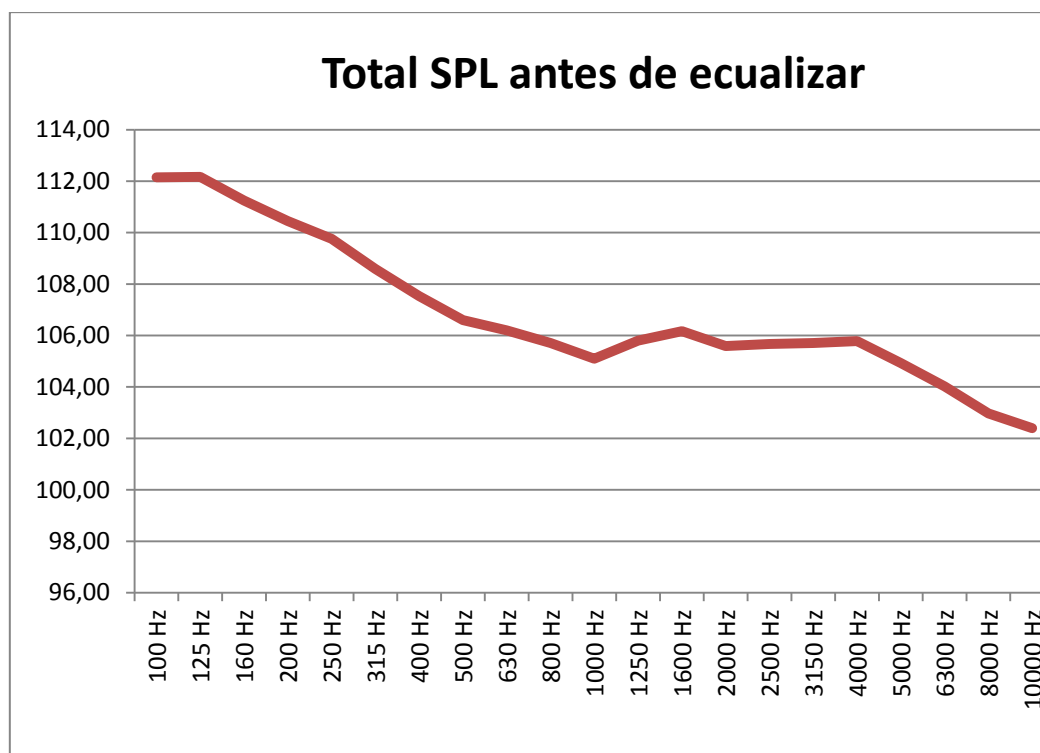


Ilustración 12. Nivel de presión antes de ecualizar creado por el altavoz C.

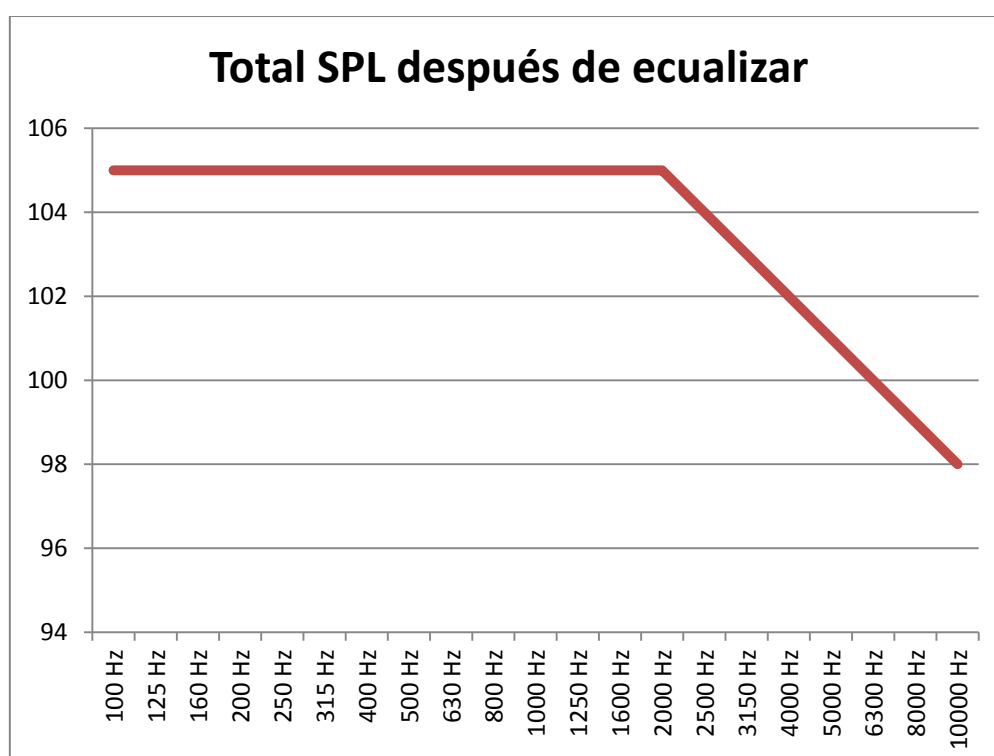


Ilustración 13. Nivel de presión después de ecualizar creado por el altavoz C.

Frecuencia	Total SPL (dB)	Curva X	Nueva curva (dB)	EQ	Nivel máximo (dB)	Banda + EQ (dB)
100 Hz	112,14	0	105	-7,14	125,78	118,64
125 Hz	112,16	0	105	-7,16	125,78	118,62
160 Hz	111,23	0	105	-6,23	125,78	119,55
200 Hz	110,43	0	105	-5,43	125,78	120,35
250 Hz	109,74	0	105	-4,74	125,78	121,04
315 Hz	108,57	0	105	-3,57	125,78	122,21
400 Hz	107,50	0	105	-2,50	125,78	123,28
500 Hz	106,57	0	105	-1,57	125,78	124,21
630 Hz	106,19	0	105	-1,19	125,80	124,61
800 Hz	105,71	0	105	-0,71	125,70	124,99
1000 Hz	105,12	0	105	-0,12	125,44	125,32
1250 Hz	105,78	0	105	-0,78	126,59	125,81
1600 Hz	106,09	0	105	-1,09	127,30	126,21
2000 Hz	105,44	0	105	-0,44	127,00	126,56
2500 Hz	105,53	-1	104	-1,53	127,00	125,47
3150 Hz	105,58	-2	103	-2,58	127,00	124,42
4000 Hz	105,66	-3	102	-3,66	127,00	123,34
5000 Hz	104,81	-4	101	-3,81	126,33	122,52
6300 Hz	103,90	-5	100	-3,90	125,67	121,77
8000 Hz	102,85	-6	99	-3,85	125,00	121,15
10000 Hz	102,29	-7	98	-4,29	125	120,71

Tabla 9. Ecualización canal R.

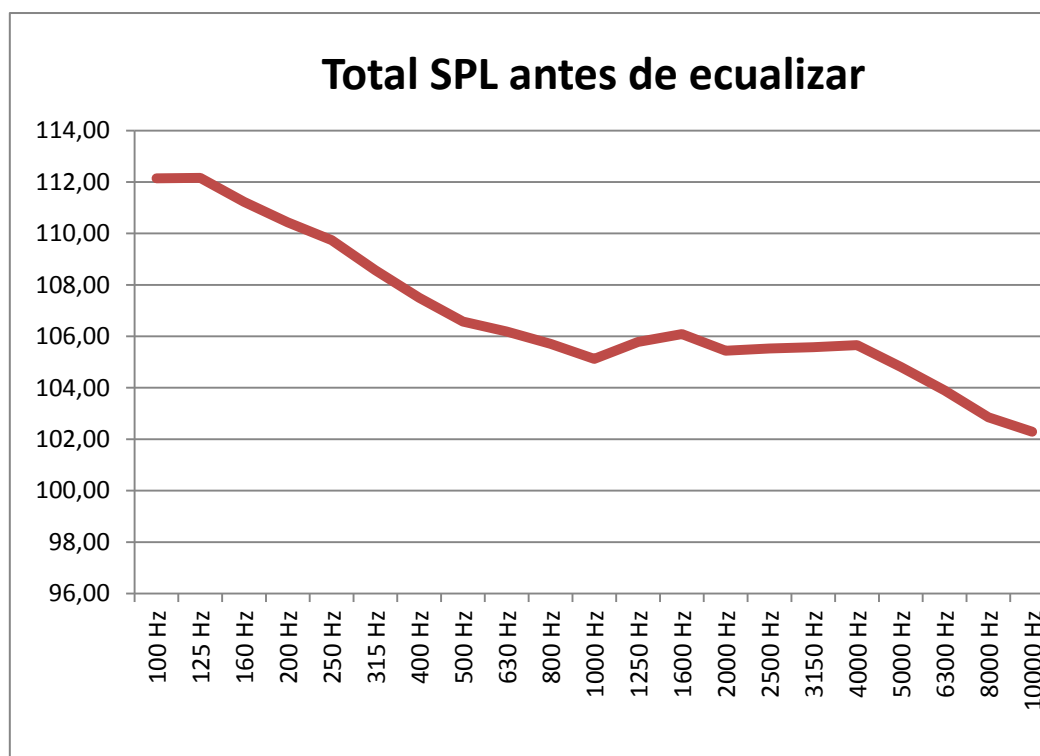


Ilustración 14. Nivel de presión antes de ecualizar creado por el altavoz R.

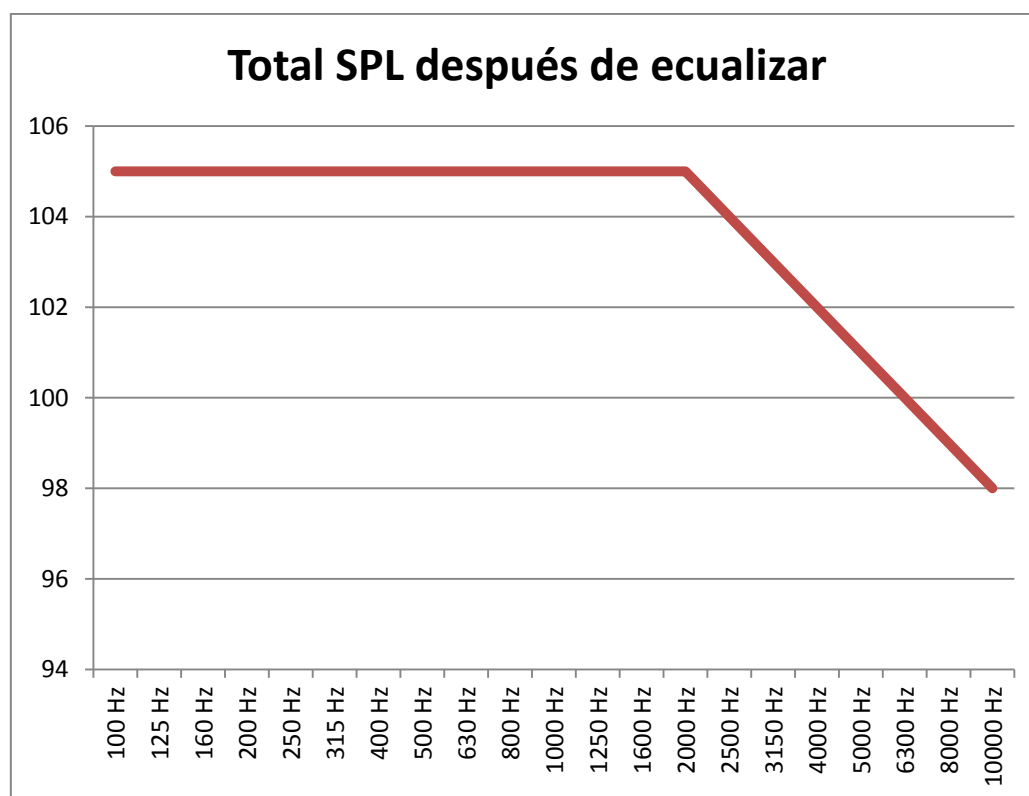


Ilustración 15. Nivel de presión después de ecualizar creado por el altavoz R.



Frecuencia	Total SPL (dB)	Curva X	Nueva curva (dB)	EQ	Nivel máximo (dB)	Banda + EQ (dB)
100 Hz	112,14	0	105	-7,14	125,78	118,64
125 Hz	112,16	0	105	-7,16	125,78	118,62
160 Hz	111,23	0	105	-6,23	125,78	119,55
200 Hz	110,43	0	105	-5,43	125,78	120,35
250 Hz	109,74	0	105	-4,74	125,78	121,04
315 Hz	108,57	0	105	-3,57	125,78	122,21
400 Hz	107,50	0	105	-2,50	125,78	123,28
500 Hz	106,57	0	105	-1,57	125,78	124,21
630 Hz	106,19	0	105	-1,19	125,80	124,61
800 Hz	105,71	0	105	-0,71	125,70	124,99
1000 Hz	105,12	0	105	-0,12	125,44	125,32
1250 Hz	105,78	0	105	-0,78	126,59	125,81
1600 Hz	106,09	0	105	-1,09	127,30	126,21
2000 Hz	105,44	0	105	-0,44	127,00	126,56
2500 Hz	105,53	-1	104	-1,53	127,00	125,47
3150 Hz	105,58	-2	103	-2,58	127,00	124,42
4000 Hz	105,66	-3	102	-3,66	127,00	123,34
5000 Hz	104,81	-4	101	-3,81	126,33	122,52
6300 Hz	103,90	-5	100	-3,90	125,67	121,77
8000 Hz	102,85	-6	99	-3,85	125,00	121,15
10000 Hz	102,29	-7	98	-4,29	125	120,71

Tabla 10. Ecualización canal L.

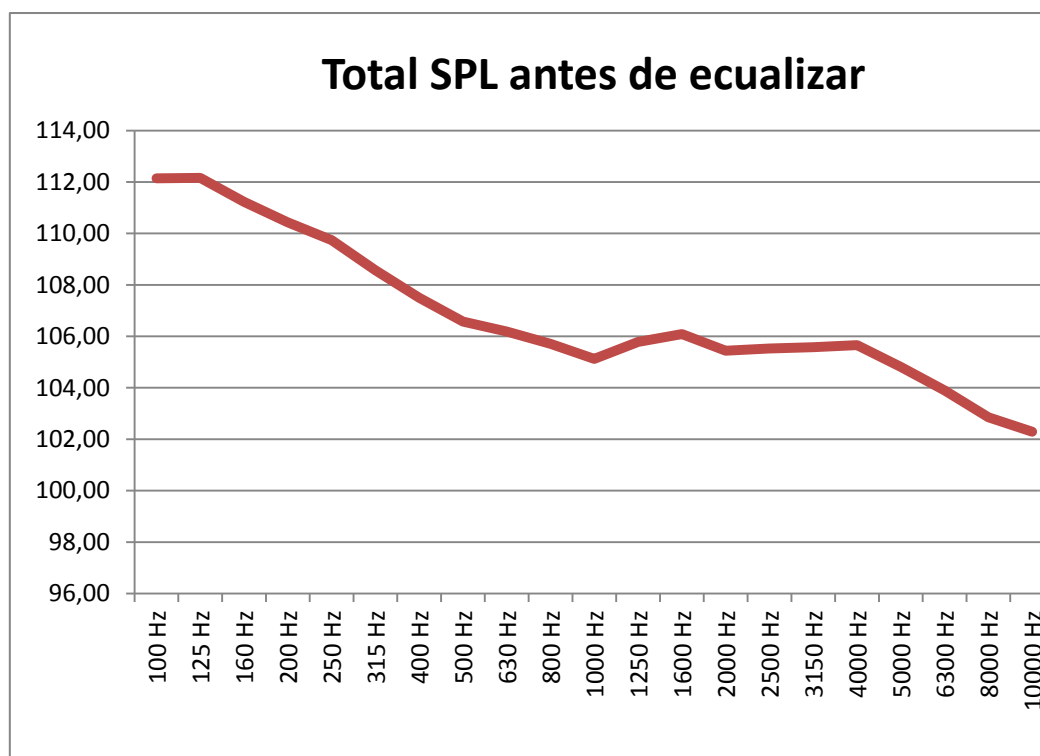


Ilustración 16. Nivel de presión antes de ecualizar creado por el altavoz L.

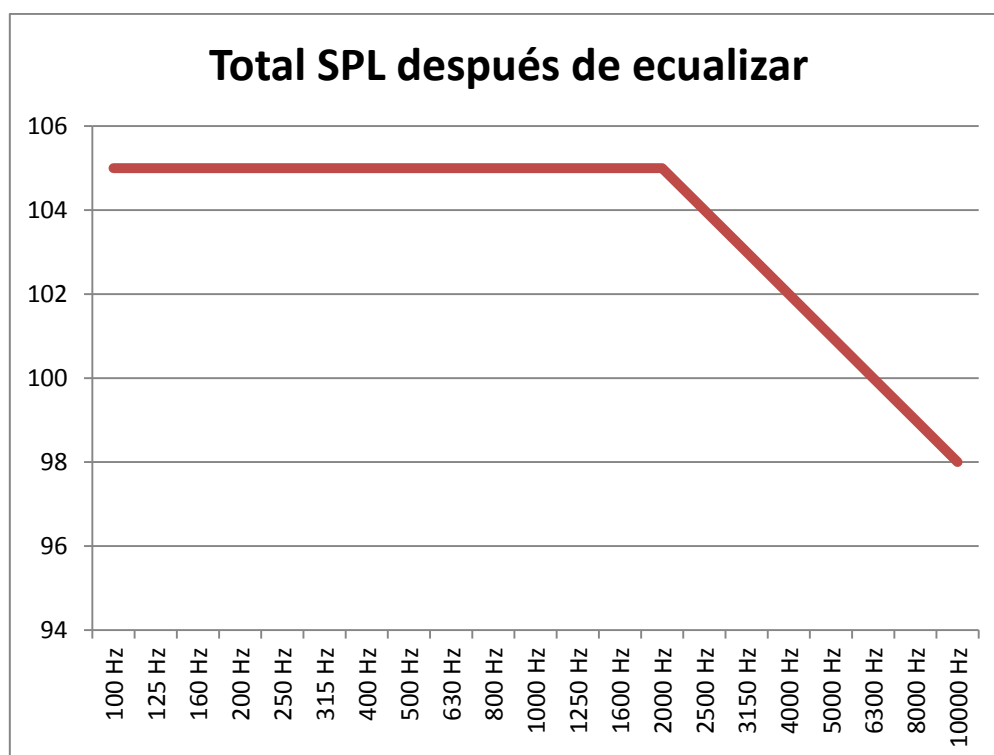


Ilustración 17. Nivel de presión después de ecualizar creado por el altavoz L.

## 14.2 Ecualización Surround

En este apartado se muestra la ecualización de los tres canales de surround por separado.

Frecuencia	Total SPL (dB)	Curva X	Nueva curva (dB)	EQ	Nivel máximo (dB)	Banda + EQ (dB)
100 Hz	111,74	0	101	-10,74	115,01	104,27
125 Hz	111,89	0	101	-10,89	115,01	104,12
160 Hz	111,75	0	101	-10,75	115,34	104,59
200 Hz	111,35	0	101	-10,35	115,68	105,33
250 Hz	110,70	0	101	-9,70	116,01	106,31
315 Hz	110,25	0	101	-9,25	116,68	107,43
400 Hz	110,01	0	101	-9,01	117,34	108,33
500 Hz	109,29	0	101	-8,29	118,01	109,72
630 Hz	108,06	0	101	-7,06	118,01	110,95
800 Hz	107,79	0	101	-6,79	118,01	111,22
1000 Hz	108,57	0	101	-7,57	118,01	110,44
1250 Hz	106,64	0	101	-5,64	117,68	112,04
1600 Hz	103,87	0	101	-2,87	117,34	114,47
2000 Hz	101,83	0	101	-0,83	117,01	116,18
2500 Hz	101,43	-1	100	-1,43	116,68	115,25
3150 Hz	101,41	-2	99	-2,41	116,34	113,93
4000 Hz	100,32	-3	98	-2,32	116,01	113,69
5000 Hz	98,94	-4	97	-1,94	115,68	113,74
6300 Hz	97,49	-5	96	-1,49	115,34	113,85
8000 Hz	96,85	-6	95	-1,85	115,01	113,16
10000 Hz	97,12	-7	94	-3,12	115,01	111,89

Tabla 11. Ecualización canal BS.

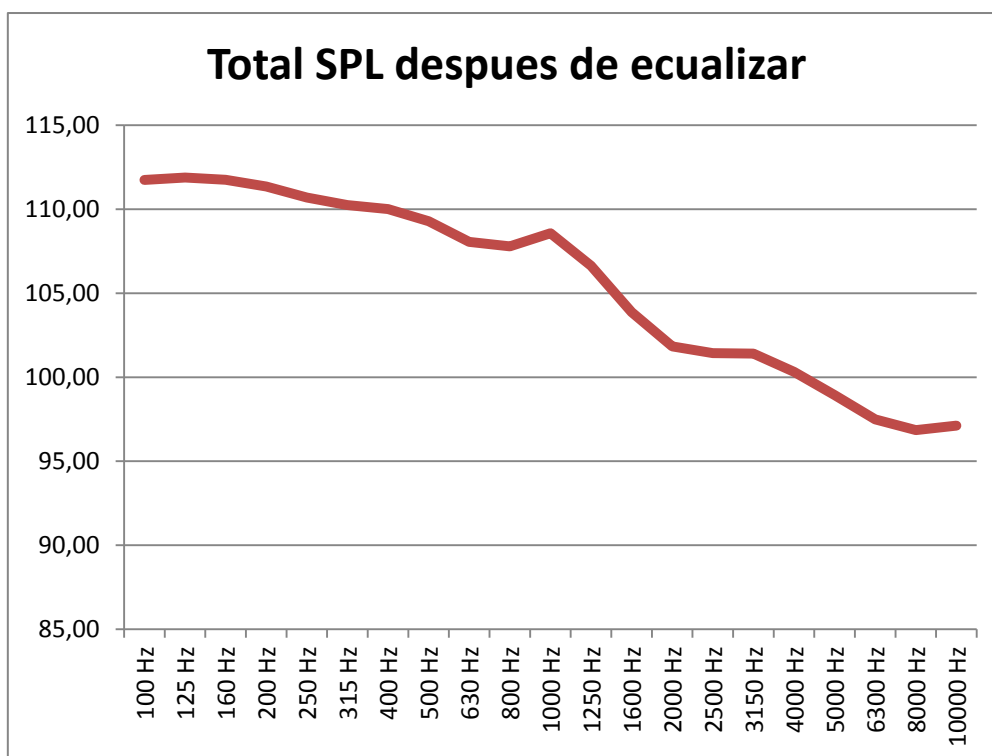


Ilustración 18. Nivel de presión antes de ecualizar creado por los altavoces BS.

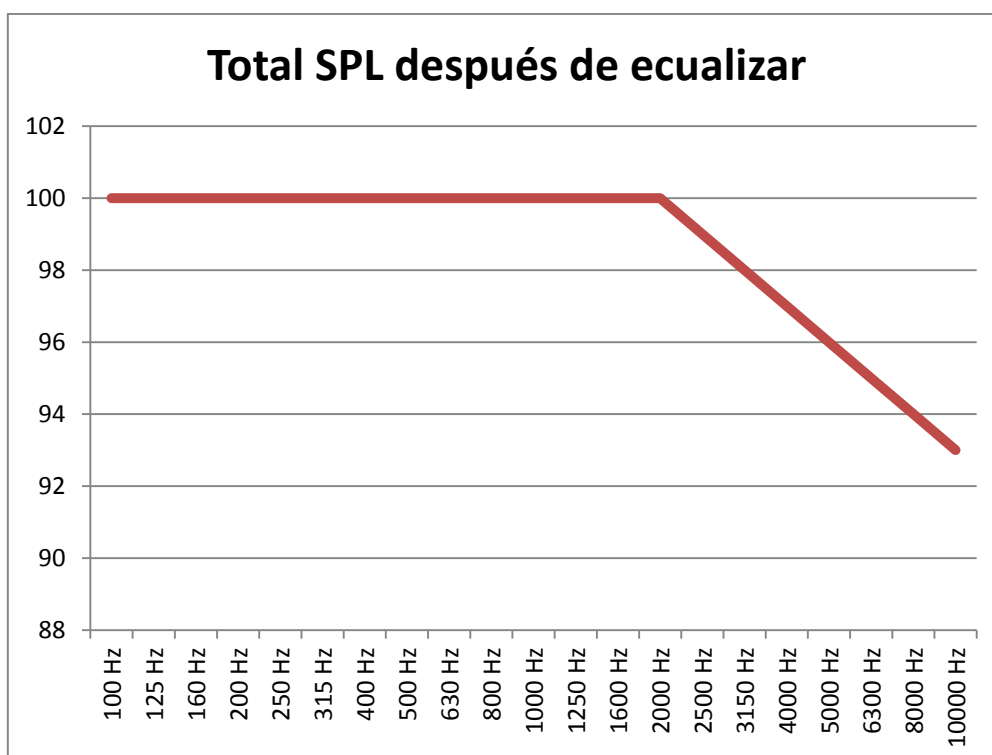


Ilustración 19. Nivel de presión después de ecualizar creado por los altavoces BS.

Frecuencia	Total SPL (dB)	Curva X	Nueva curva (dB)	EQ	Nivel máximo (dB)	Banda + EQ (dB)
100 Hz	109,06	0	100	-9,06	115,01	105,95
125 Hz	109,09	0	100	-9,09	115,01	105,92
160 Hz	108,81	0	100	-8,81	115,34	106,53
200 Hz	108,38	0	100	-8,38	115,68	107,30
250 Hz	107,72	0	100	-7,72	116,01	108,29
315 Hz	107,04	0	100	-7,04	116,68	109,64
400 Hz	106,68	0	100	-6,68	117,34	110,66
500 Hz	106,32	0	100	-6,32	118,01	111,69
630 Hz	105,53	0	100	-5,53	118,01	112,48
800 Hz	105,00	0	100	-5,00	118,01	113,01
1000 Hz	105,18	0	100	-5,18	118,01	112,83
1250 Hz	103,69	0	100	-3,69	117,68	113,99
1600 Hz	102,40	0	100	-2,40	117,34	114,94
2000 Hz	100,60	0	100	-0,60	117,01	116,41
2500 Hz	100,04	-1	99	-1,04	116,68	115,64
3150 Hz	99,71	-2	98	-1,71	116,34	114,63
4000 Hz	99,55	-3	97	-2,55	116,01	113,46
5000 Hz	98,76	-4	96	-2,76	115,68	112,92
6300 Hz	97,85	-5	95	-2,85	115,34	112,49
8000 Hz	97,35	-6	94	-3,35	115,01	111,66
10000 Hz	97,23	-7	93	-4,23	115,01	110,78

Tabla 12. Ecualización canal BR.

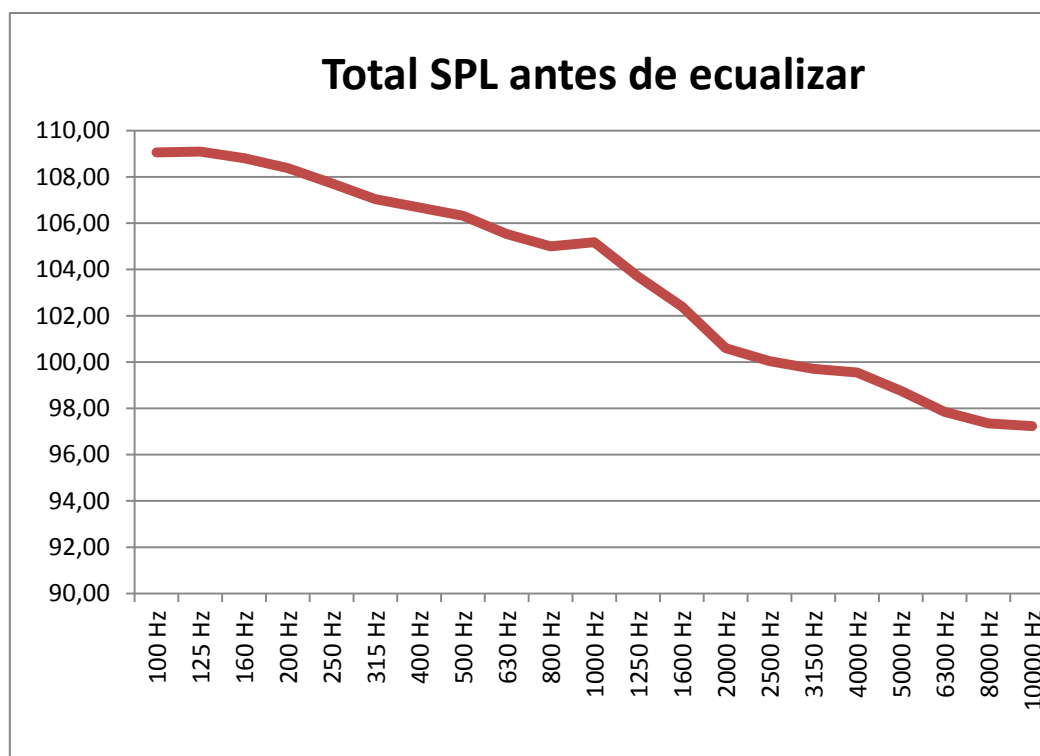


Ilustración 20. Nivel de presión antes de ecualizar creado por los altavoces BR.

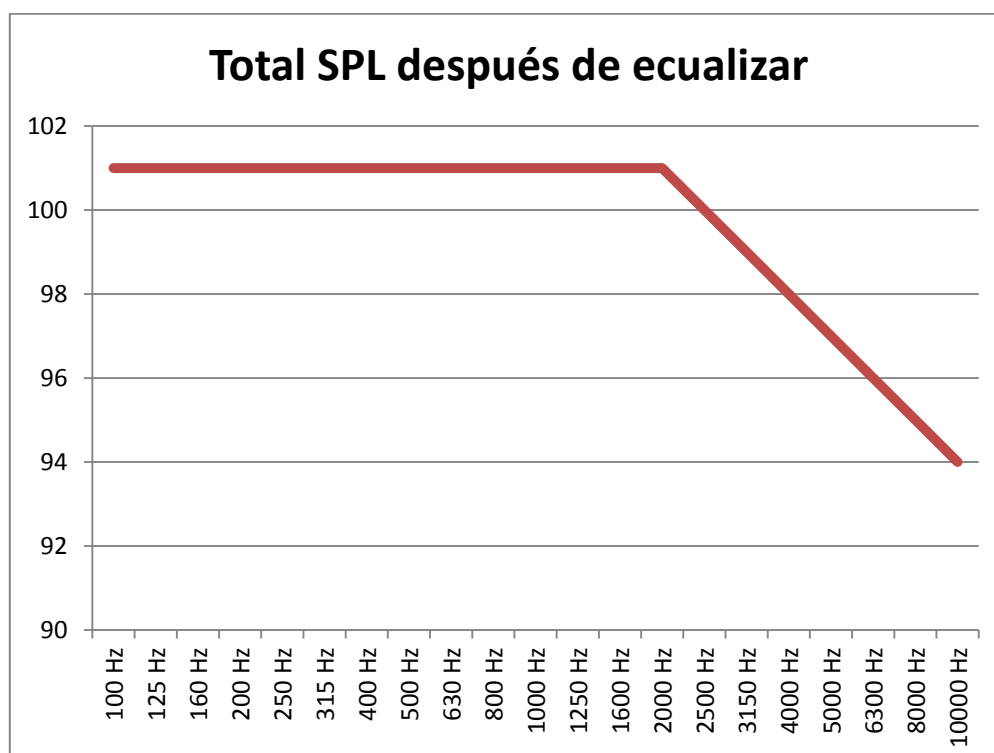


Ilustración 21. Nivel de presión después de ecualizar creado por los altavoces BR.

Frecuencia	Total SPL (dB)	Curva X	Nueva curva (dB)	EQ	Nivel máximo (dB)	Banda + EQ (dB)
100 Hz	109,07	0	100	-9,07	115,01	105,94
125 Hz	109,13	0	100	-9,13	115,01	105,88
160 Hz	108,85	0	100	-8,85	115,34	106,49
200 Hz	108,41	0	100	-8,41	115,68	107,27
250 Hz	107,75	0	100	-7,75	116,01	108,26
315 Hz	107,05	0	100	-7,05	116,68	109,63
400 Hz	106,70	0	100	-6,70	117,34	110,64
500 Hz	106,33	0	100	-6,33	118,01	111,68
630 Hz	105,53	0	100	-5,53	118,01	112,48
800 Hz	105,00	0	100	-5,00	118,01	113,01
1000 Hz	105,18	0	100	-5,18	118,01	112,83
1250 Hz	103,68	0	100	-3,68	117,68	114,00
1600 Hz	102,39	0	100	-2,39	117,34	114,95
2000 Hz	100,60	0	100	-0,60	117,01	116,41
2500 Hz	100,05	-1	99	-1,05	116,68	115,63
3150 Hz	99,72	-2	98	-1,72	116,34	114,62
4000 Hz	99,56	-3	97	-2,56	116,01	113,45
5000 Hz	98,76	-4	96	-2,76	115,68	112,92
6300 Hz	97,85	-5	95	-2,85	115,34	112,49
8000 Hz	97,36	-6	94	-3,36	115,01	111,65
10000 Hz	97,23	-7	93	-4,23	115,01	110,78

Tabla 13. Ecualización canal BL.

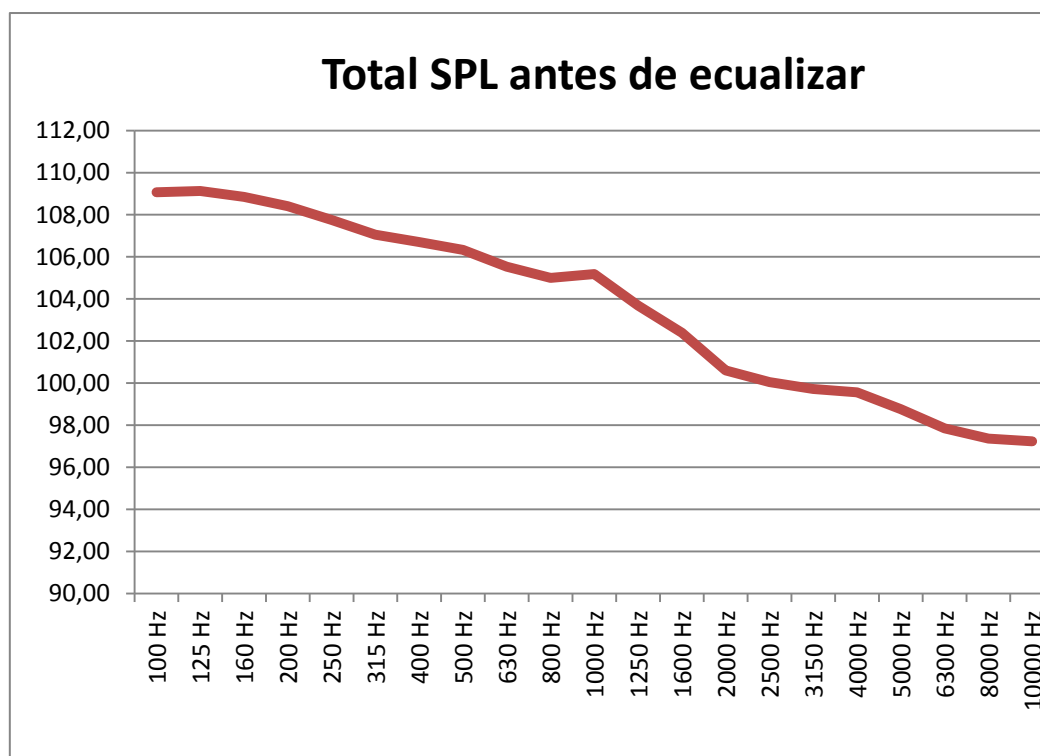


Ilustración 22. Nivel de presión antes de ecualizar creado por los altavoces BL.

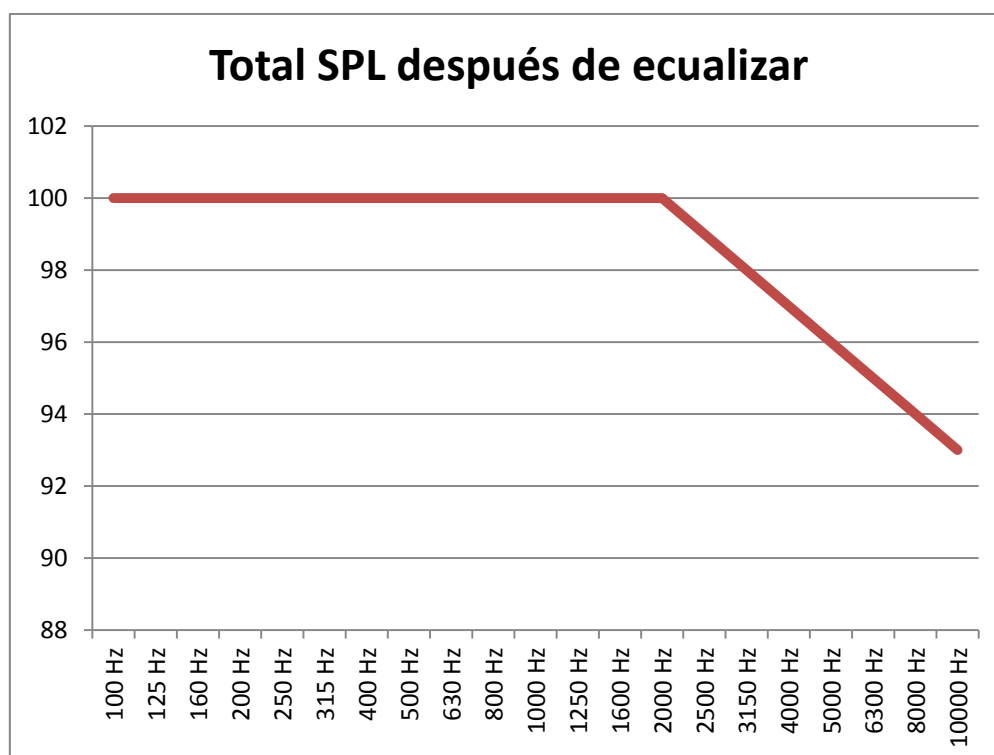


Ilustración 23. Nivel de presión después de ecualizar creado por los altavoces BL.



## 15. AJUSTE DE NIVELES.

Una vez realizada la ecualización de la sala el siguiente paso a realizar es ajustar el nivel según define Dolby Laboratories.

En primer lugar hay que conseguir que el nivel de referencia para la palabra en cines sea de 85 dBC. Para ello hay que lograr que con los altavoces de pantalla activados de forma independiente aporten este nivel en el punto de ecualización.

El nivel de presión sonora que han de producir los altavoces de surround en el punto de ecualización debe ser el mismo que produce uno de los altavoces de pantalla funcionando independientemente, es decir, 85 dBC. Con el fin de conseguir esto, lo que se debe hacer es ajustar cada canal de surround para que proporcione un nivel de 82 dBC para que cuando funcionen todos los canales de surround simultáneamente se logre el mismo nivel que el de uno de los altavoces de pantalla.

Por último, para ajustar el nivel del canal de efectos de baja frecuencia, hay que conseguir el mismo nivel que para la palabra pero ya que a bajas frecuencias el oído humano no es tan sensible como en altas para alcanzar el nivel dado es necesario que el ajuste se realice a 95 dBC.

Para ver de un modo más claro porque el nivel ha de ser 95dBC se recurre a las curvas isofónicas en las que se puede ver que para conseguir la misma sensación sonora a bajas frecuencias (100Hz) y medias frecuencias (1000Hz) es necesario aumentar el nivel de la señal aproximadamente 10 dB.

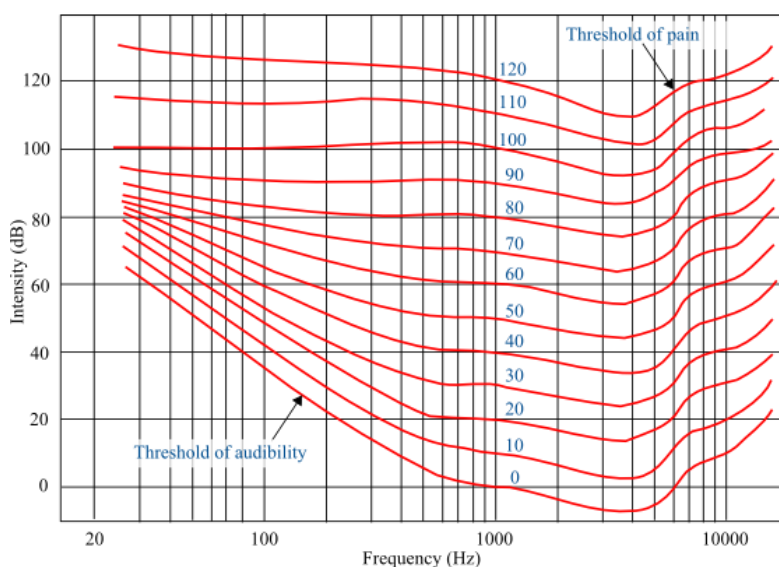


Ilustración 24. Curvas isofónicas

Para llevar a cabo los ajustes de nivel obtenemos el nivel total en el punto de ecualización con cada canal activado independientemente. Posteriormente, a los niveles obtenidos se les aplica la curva de ponderación C. A continuación obtenemos la presión de cada una de las bandas y realizamos la suma, la cual volvemos a pasar a nivel de presión sonora y le aplicamos una corrección ( $10\log 21$ ) ya que el simulador utilizado introduce la potencia total de cada una de las bandas de 1/3 de octava (21 bandas) y no para la banda completa. Una vez obtenido el valor total en el punto hay que ajustarlo al nivel oportuno por lo tanto a dicho total se le restara este valor. Se obtienen también los valores del SPL del altavoz, se les aplica la ponderación C y se le resta a cada valor en 1/3 de octava el resultado obtenido anteriormente. Por último, ya que los nuevos valores obtenidos están en dBC, se pasan a dB mediante la misma curva de ponderación. Estos valores son los que se introducen en el altavoz.

Para verificar que el ajuste de nivel en cada canal se ha realizado correctamente, se obtiene el nivel total en el punto de ecualización y con los valores obtenidos, se vuelve a ponderar con la curva C. Se suman todas las frecuencias y se comprueba si el valor obtenido es el indicado.

### 15.1 Ajuste de nivel en los canales de pantalla

Como se ha mencionado anteriormente, los canales de pantalla han de estar ajustados a 85dBC. A continuación se muestra como se ha realizado dicho ajuste y el nivel total obtenido

Frecuencia	Total SPL (dB)	Total ponderado (dBC)	Banda + EQ	Total ponderado (EQ)	Nivel total (dBC)	Nivel total (dB)
100 Hz	105	104,7	118,63	118,33	99,445	99,75
125 Hz	105	104,83	118,61	118,44	99,555	99,73
160 Hz	105	104,92	119,53	119,45	100,565	100,65
200 Hz	105	104,97	120,33	120,3	101,415	101,45
250 Hz	105	105	121,02	121,02	102,135	102,14
315 Hz	105	105,02	122,19	122,21	103,325	103,31
400 Hz	105	105,03	123,25	123,28	104,395	104,37
500 Hz	105	105,03	124,18	124,21	105,325	105,30
630 Hz	105	105,03	124,6	124,63	105,745	105,72
800 Hz	105	105,02	124,99	125,01	106,125	106,11
1000 Hz	105	105	125,34	125,34	106,455	106,46
1250 Hz	105	104,97	125,79	125,76	106,875	106,91
1600 Hz	105	104,91	126,13	126,04	107,155	107,25
2000 Hz	105	104,83	126,41	126,24	107,355	107,53
2500 Hz	104	103,7	125,33	125,03	106,145	106,45
3150 Hz	103	102,5	124,29	123,79	104,905	105,41
4000 Hz	102	101,17	123,22	122,39	103,505	104,34
5000 Hz	101	99,71	122,4	121,11	102,225	103,52
6300 Hz	100	98,01	121,65	119,66	100,775	102,77
8000 Hz	99	95,95	121,03	117,98	99,095	102,15
10000 H	98	93,59	120,6	116,19	97,305	101,72

**Nivel total 85 dBC**

Tabla 14. Ajuste de nivel canal C.

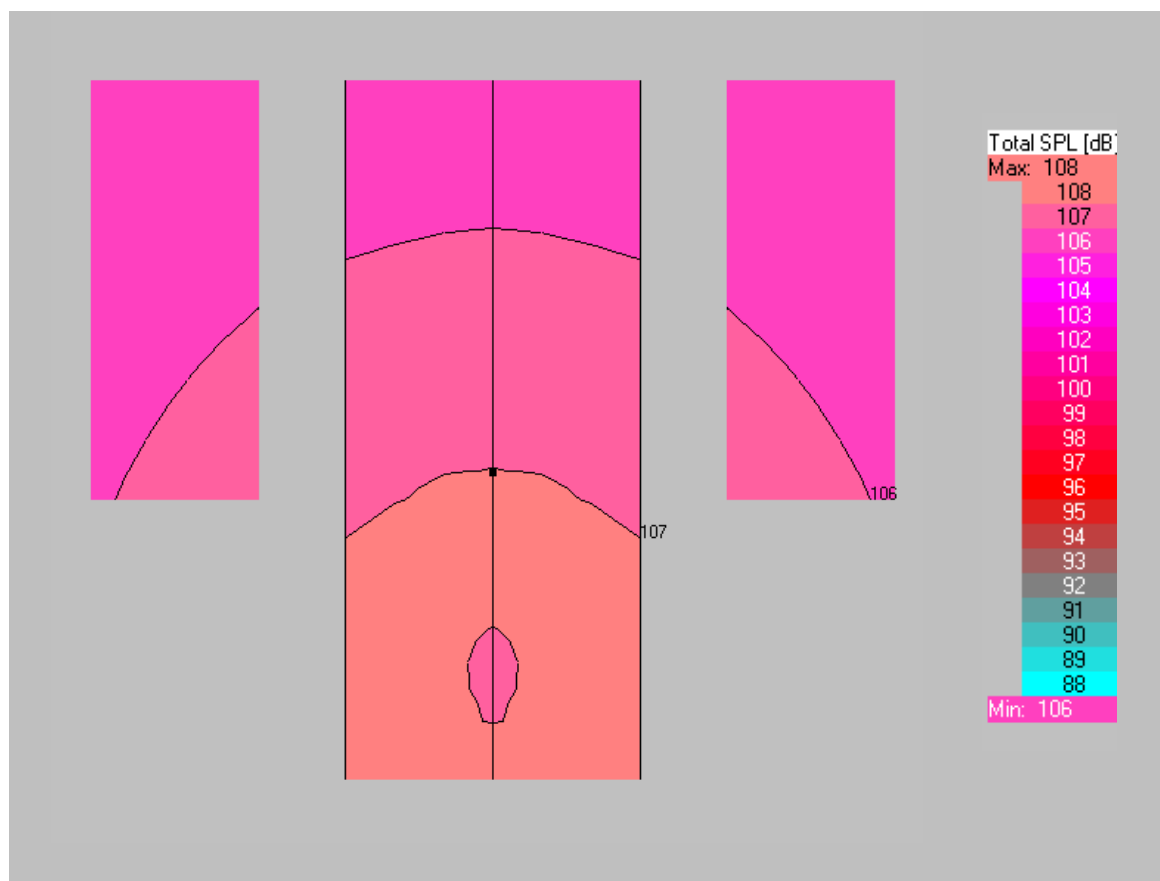


Ilustración 25. Nivel de la sala con el altavoz C activado antes de ajustar el nivel.

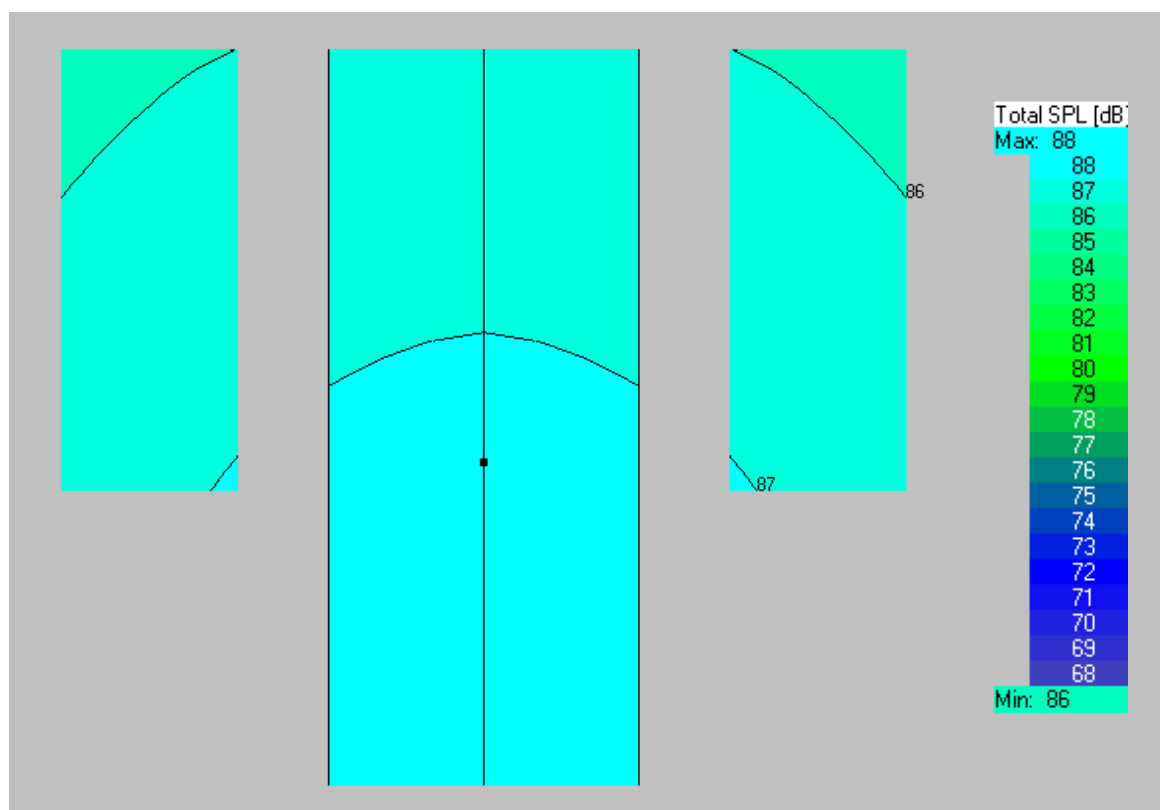


Ilustración 26. Nivel de la sala con el altavoz C activado después de ajustar el nivel.

Frecuencia	Total SPL (dB)	Total ponderado (dBC)	Banda + EQ	Total ponderado (EQ)	Nivel total (dBC)	Nivel total (dB)
100 Hz	105	104,7	118,64	118,34	99,46	99,76
125 Hz	105	104,83	118,62	118,45	99,57	99,74
160 Hz	105	104,92	119,55	119,47	100,59	100,67
200 Hz	105	104,97	120,35	120,32	101,44	101,47
250 Hz	105	105	121,04	121,04	102,16	102,16
315 Hz	105	105,02	122,21	122,23	103,35	103,33
400 Hz	105	105,03	123,28	123,31	104,43	104,40
500 Hz	105	105,03	124,21	124,24	105,36	105,33
630 Hz	105	105,03	124,61	124,64	105,76	105,73
800 Hz	105	105,02	124,99	125,01	106,13	106,11
1000 Hz	105	105	125,32	125,32	106,44	106,44
1250 Hz	105	104,97	125,81	125,78	106,90	106,93
1600 Hz	105	104,91	126,21	126,12	107,24	107,33
2000 Hz	105	104,83	126,56	126,39	107,51	107,68
2500 Hz	104	103,7	125,47	125,17	106,29	106,59
3150 Hz	103	102,5	124,42	123,92	105,04	105,54
4000 Hz	102	101,17	123,34	122,51	103,63	104,46
5000 Hz	101	99,71	122,52	121,23	102,35	103,64
6300 Hz	100	98,01	121,77	119,78	100,90	102,89
8000 Hz	99	95,95	121,15	118,10	99,22	102,27
10000 H	98	93,59	120,71	116,30	97,42	101,83

<b>Nivel total</b>	<b>85 dBC</b>
--------------------	---------------

Tabla 15. Ajuste de nivel canal R.

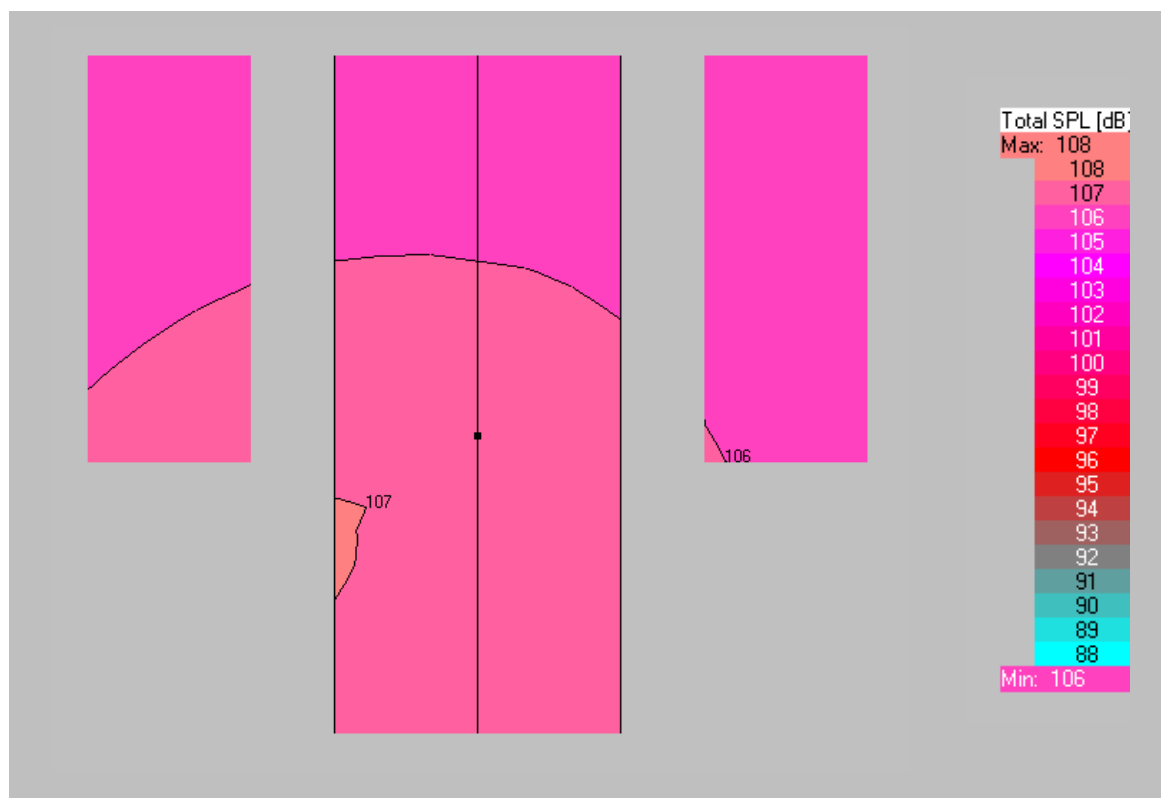


Ilustración 27. Nivel de la sala con el altavoz R activado antes de ajustar el nivel.

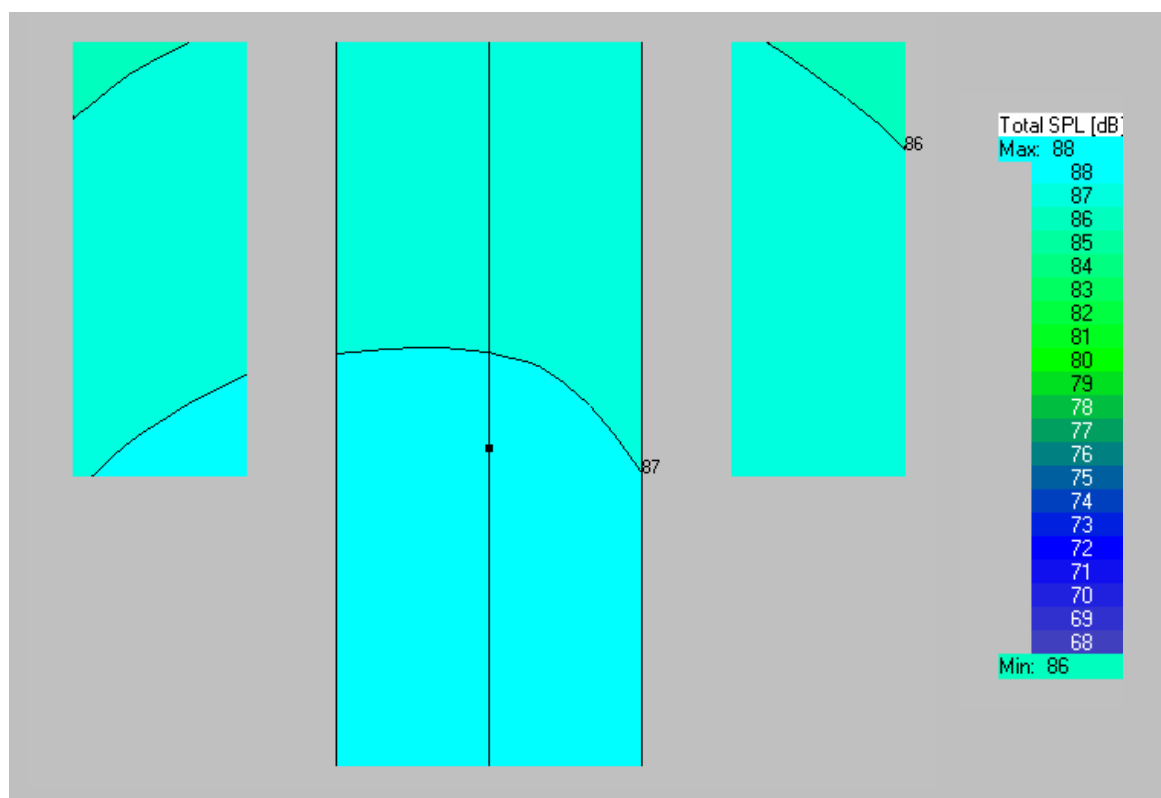


Ilustración 28. Nivel de la sala con el altavoz R activado después de ajustar el nivel.

Frecuencia	Total SPL (dB)	Total ponderado (dBC)	Banda + EQ	Total ponderado (EQ)	Nivel total (dBC)	Nivel total (dB)
100 Hz	105	104,7	118,64	118,34	99,46	99,76
125 Hz	105	104,83	118,62	118,45	99,57	99,74
160 Hz	105	104,92	119,55	119,47	100,59	100,67
200 Hz	105	104,97	120,35	120,32	101,44	101,47
250 Hz	105	105	121,04	121,04	102,16	102,16
315 Hz	105	105,02	122,21	122,23	103,35	103,33
400 Hz	105	105,03	123,28	123,31	104,43	104,40
500 Hz	105	105,03	124,21	124,24	105,36	105,33
630 Hz	105	105,03	124,61	124,64	105,76	105,73
800 Hz	105	105,02	124,99	125,01	106,13	106,11
1000 Hz	105	105	125,32	125,32	106,44	106,44
1250 Hz	105	104,97	125,81	125,78	106,90	106,93
1600 Hz	105	104,91	126,21	126,12	107,24	107,33
2000 Hz	105	104,83	126,56	126,39	107,51	107,68
2500 Hz	104	103,7	125,47	125,17	106,29	106,59
3150 Hz	103	102,5	124,42	123,92	105,04	105,54
4000 Hz	102	101,17	123,34	122,51	103,63	104,46
5000 Hz	101	99,71	122,52	121,23	102,35	103,64
6300 Hz	100	98,01	121,77	119,78	100,90	102,89
8000 Hz	99	95,95	121,15	118,10	99,22	102,27
10000 H	98	93,59	120,71	116,30	97,42	101,83

<b>Nivel total</b>	<b>85 dBC</b>
--------------------	---------------

Tabla 16. Ajuste de nivel canal L.

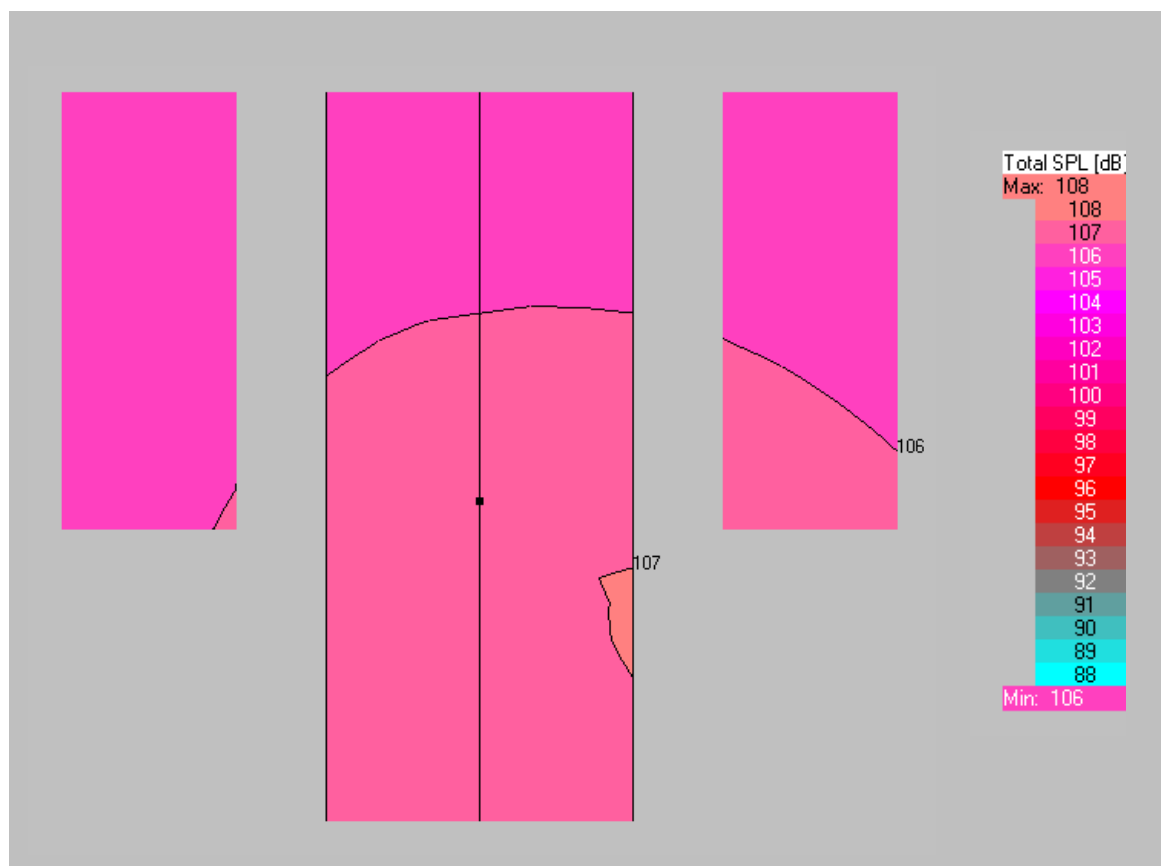


Ilustración 29. Nivel de la sala con el altavoz L activado antes de ajustar el nivel.

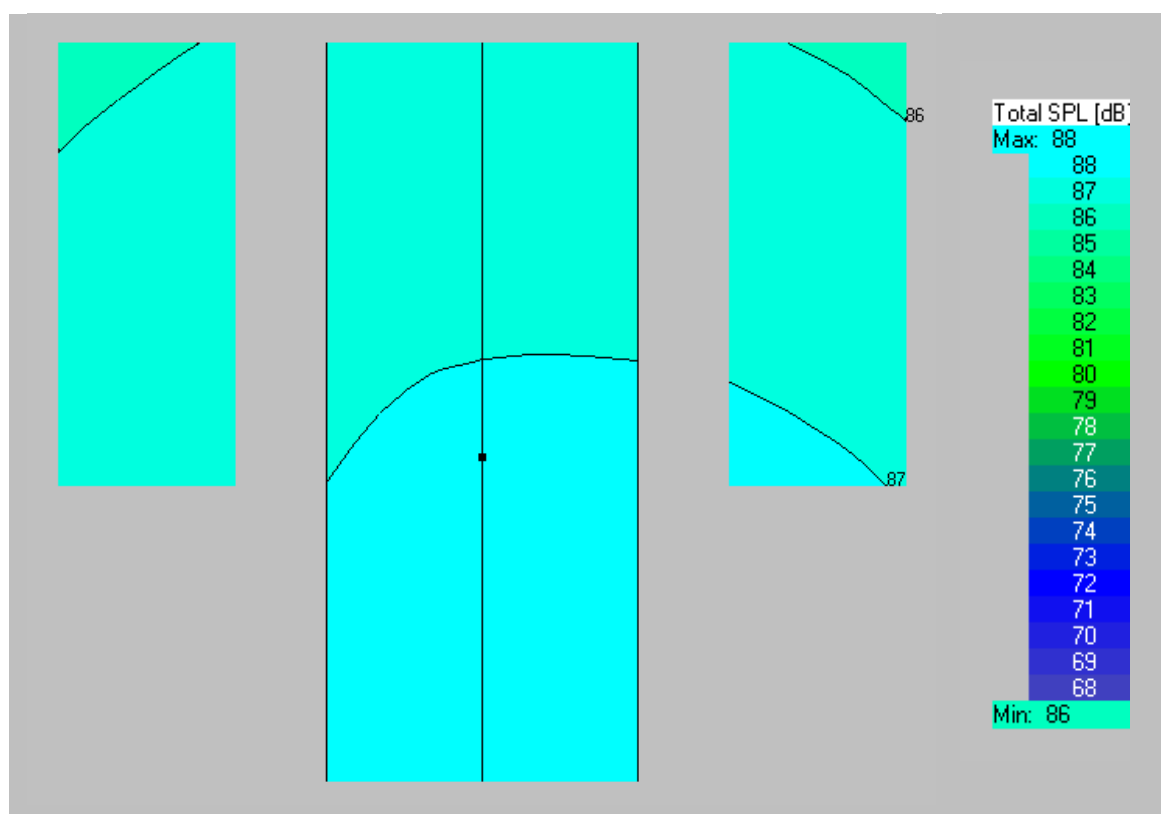


Ilustración 30. Nivel de la sala con el altavoz L activado después de ajustar el nivel.



Los cálculos completos tanto de ajuste como de comprobación de la obtención del nivel pedido para los canales de pantalla se encuentran en el Anexo.

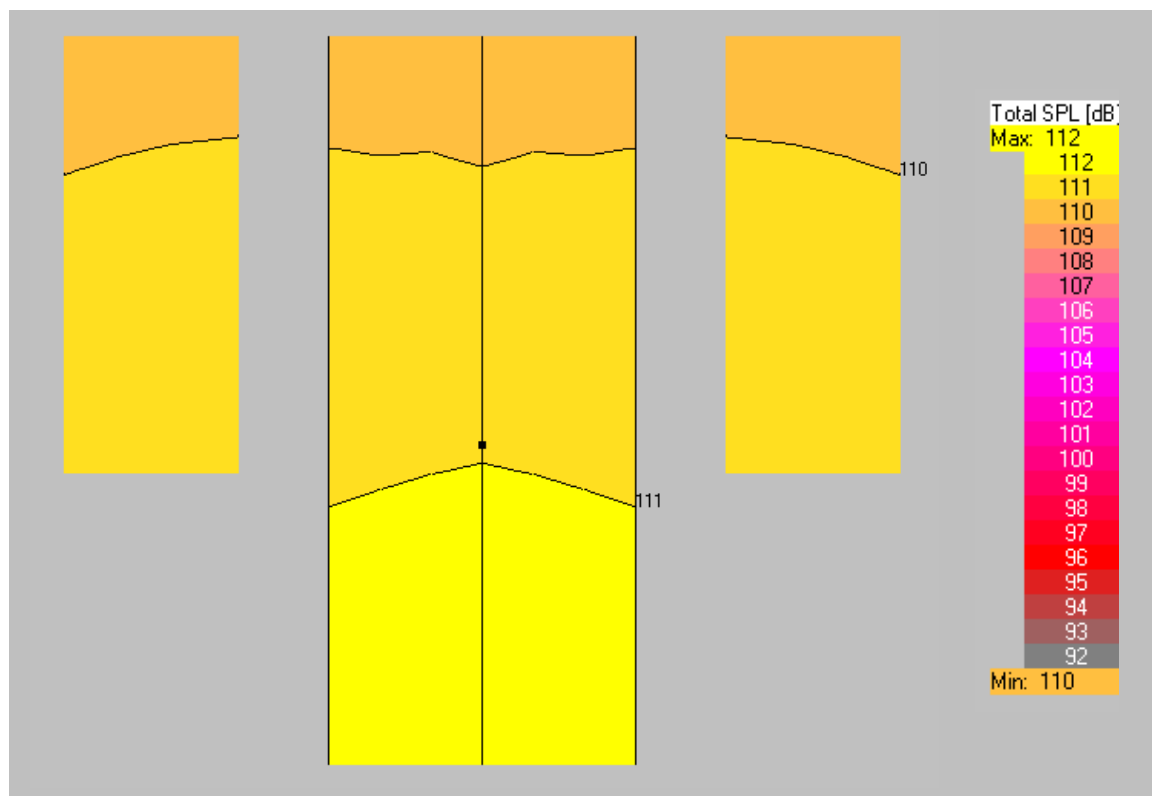


Ilustración 31. Nivel de la sala con los altavoces de pantalla activados antes de ajustar el nivel.

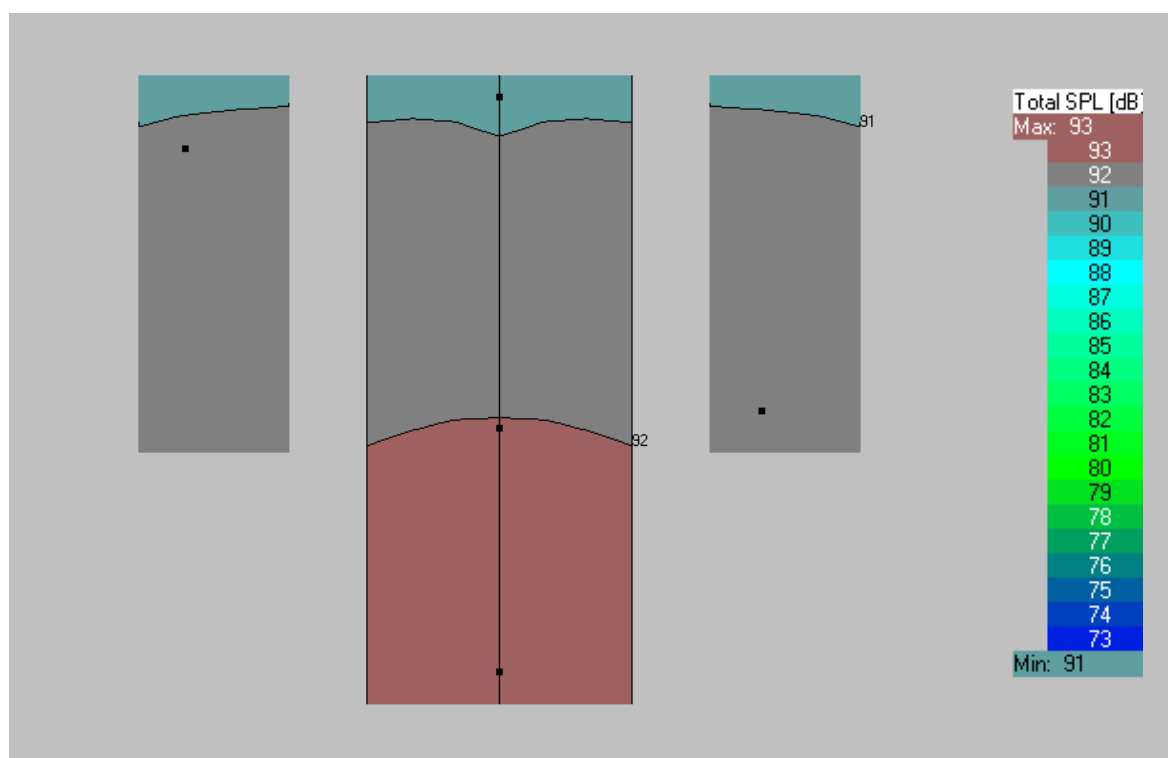


Ilustración 32. Nivel de la sala con los altavoces de pantalla activados después de ajustar el nivel.

## 15.2 Ajuste de nivel en los canales de surround

Los canales de surround han de estar ajustados a 82dBC para que la suma de los tres canales (BS, SR y SL) tenga el mismo nivel que los canales de pantalla. A continuación se muestra como se ha realizado dicho ajuste y se da el valor total obtenido.

Frecuencia	Total SPL (dB)	Total ponderado (dBC)	Banda + EQ	Total ponderado (EQ)	Nivel total (dBC)	Nivel total (dB)
100 Hz	101	100,7	104,27	103,97	86,09	86,39
125 Hz	101	100,83	104,12	103,95	86,07	86,24
160 Hz	101	100,92	104,59	104,51	86,63	86,71
200 Hz	101	100,97	105,33	105,30	87,42	87,45
250 Hz	101	101	106,31	106,31	88,43	88,43
315 Hz	101	101,02	107,43	107,45	89,57	89,55
400 Hz	101	101,03	108,33	108,36	90,48	90,45
500 Hz	101	101,03	109,72	109,75	91,87	91,84
630 Hz	101	101,03	110,95	110,98	93,10	93,07
800 Hz	101	101,02	111,22	111,24	93,36	93,34
1000 Hz	101	101	110,44	110,44	92,56	92,56
1250 Hz	101	100,97	112,04	112,01	94,13	94,16
1600 Hz	101	100,91	114,47	114,38	96,50	96,59
2000 Hz	101	100,83	116,18	116,01	98,13	98,30
2500 Hz	100	99,7	115,25	114,95	97,07	97,37
3150 Hz	99	98,5	113,93	113,43	95,55	96,05
4000 Hz	98	97,17	113,69	112,86	94,98	95,81
5000 Hz	97	95,71	113,74	112,45	94,57	95,86
6300 Hz	96	94,01	113,85	111,86	93,98	95,97
8000 Hz	95	91,95	113,16	110,11	92,23	95,28
10000 H	94	89,59	111,89	107,48	89,60	94,01

<b>Nivel total</b>	<b>82,01 dBC</b>
--------------------	------------------

Tabla 17. Ajuste de nivel canal BS.

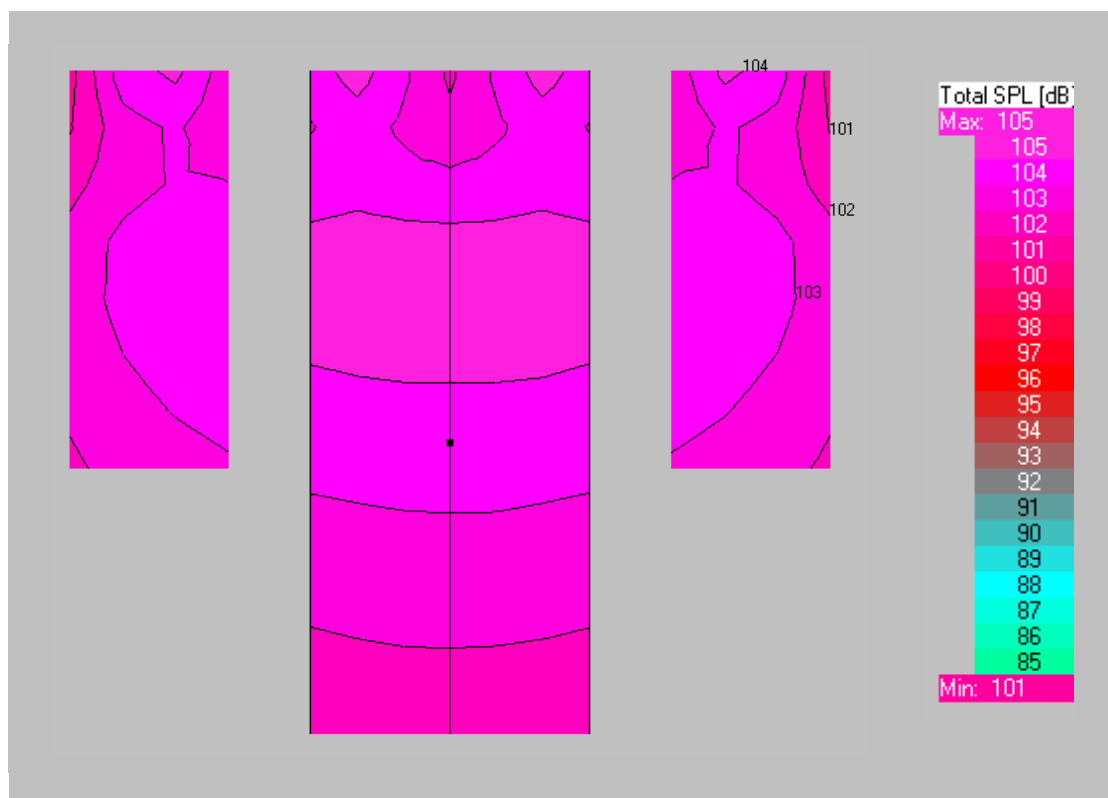


Ilustración 33. Nivel de la sala con los altavoces BS activado antes de ajustar el nivel.

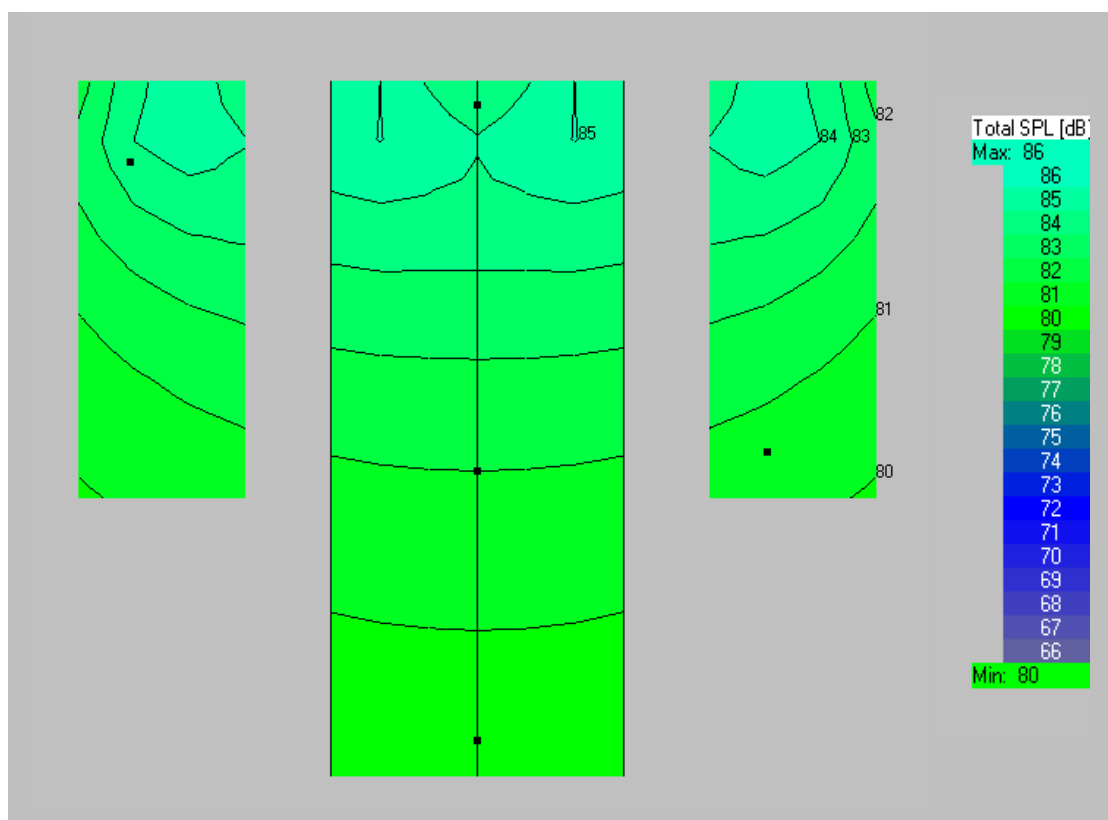
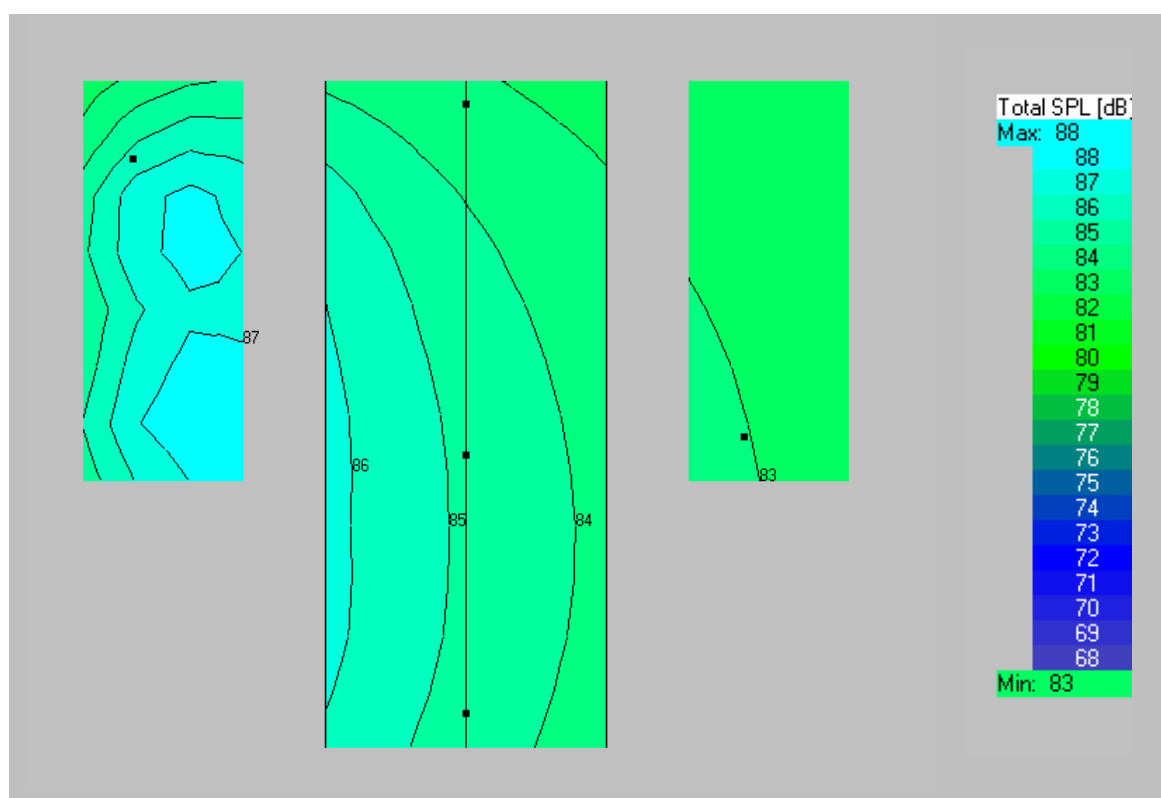
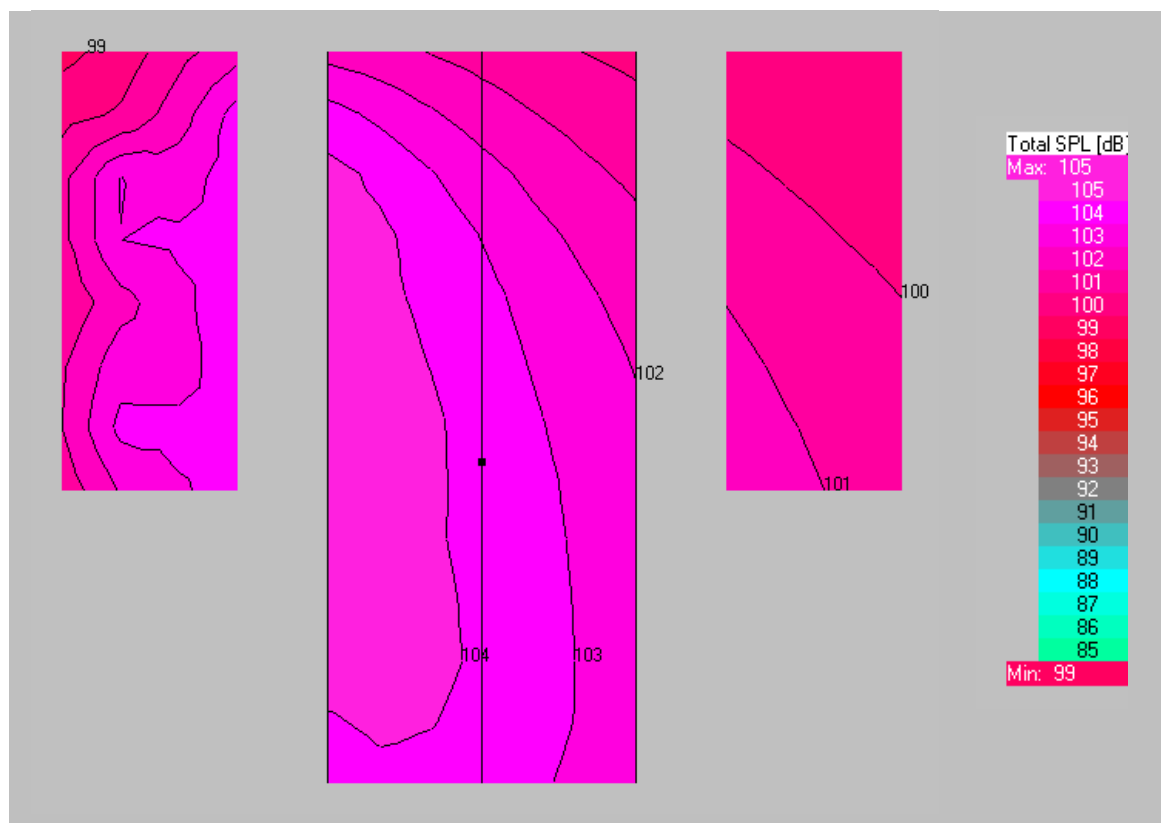


Ilustración 34. Nivel de la sala con los altavoces BS activado después de ajustar el nivel.

Frecuencia	Total SPL (dB)	Total ponderado (dBC)	Banda + EQ	Total ponderado (EQ)	Nivel total (dBC)	Nivel total (dB)
100 Hz	100	99,7	105,95	105,65	88,77	89,07
125 Hz	100	99,83	105,92	105,75	88,87	89,04
160 Hz	100	99,92	106,53	106,45	89,57	89,65
200 Hz	100	99,97	107,30	107,27	90,39	90,42
250 Hz	100	100	108,29	108,29	91,41	91,41
315 Hz	100	100,02	109,64	109,66	92,78	92,76
400 Hz	100	100,03	110,66	110,69	93,81	93,78
500 Hz	100	100,03	111,69	111,72	94,84	94,81
630 Hz	100	100,03	112,48	112,51	95,63	95,60
800 Hz	100	100,02	113,01	113,03	96,15	96,13
1000 Hz	100	100	112,83	112,83	95,95	95,95
1250 Hz	100	99,97	113,99	113,96	97,08	97,11
1600 Hz	100	99,91	114,94	114,85	97,97	98,06
2000 Hz	100	99,83	116,41	116,24	99,36	99,53
2500 Hz	99	98,7	115,64	115,34	98,46	98,76
3150 Hz	98	97,5	114,63	114,13	97,25	97,75
4000 Hz	97	96,17	113,46	112,63	95,75	96,58
5000 Hz	96	94,71	112,92	111,63	94,75	96,04
6300 Hz	95	93,01	112,49	110,50	93,62	95,61
8000 Hz	94	90,95	111,66	108,61	91,73	94,78
10000 H	93	88,59	110,78	106,37	89,49	93,90

<b>Nivel total</b>	<b>82,01 dBC</b>
--------------------	------------------

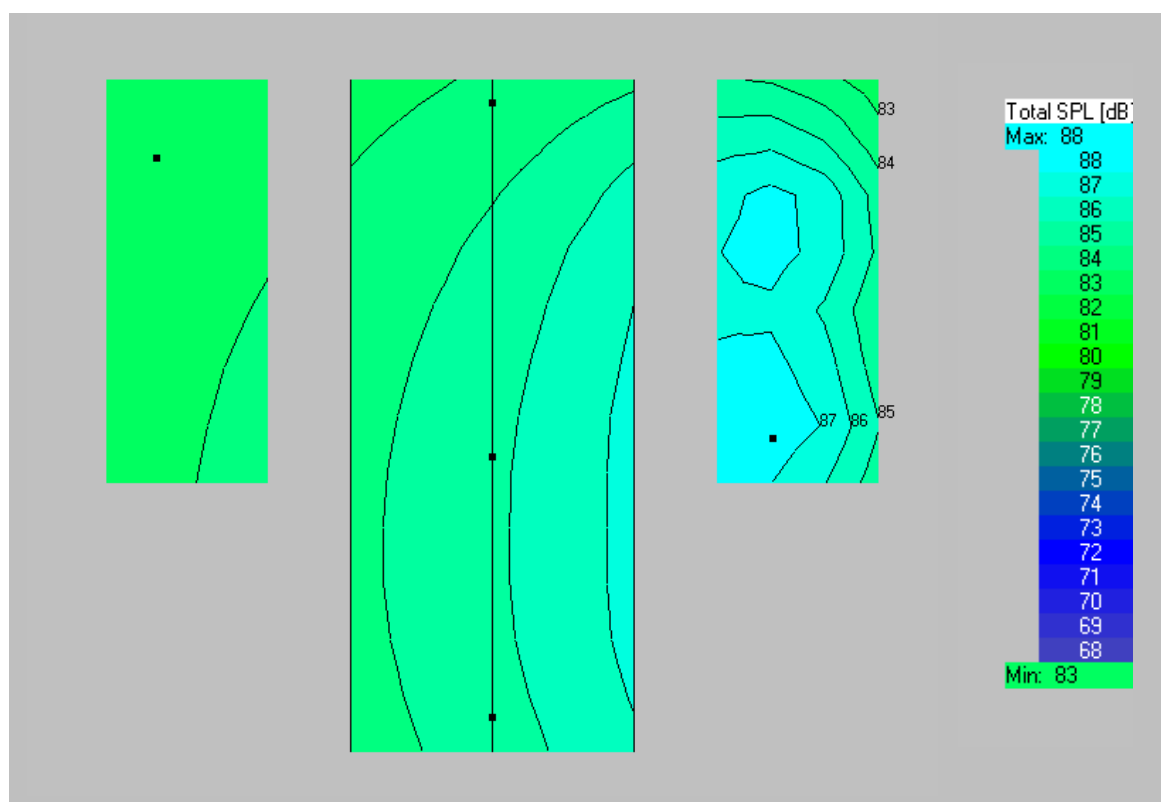
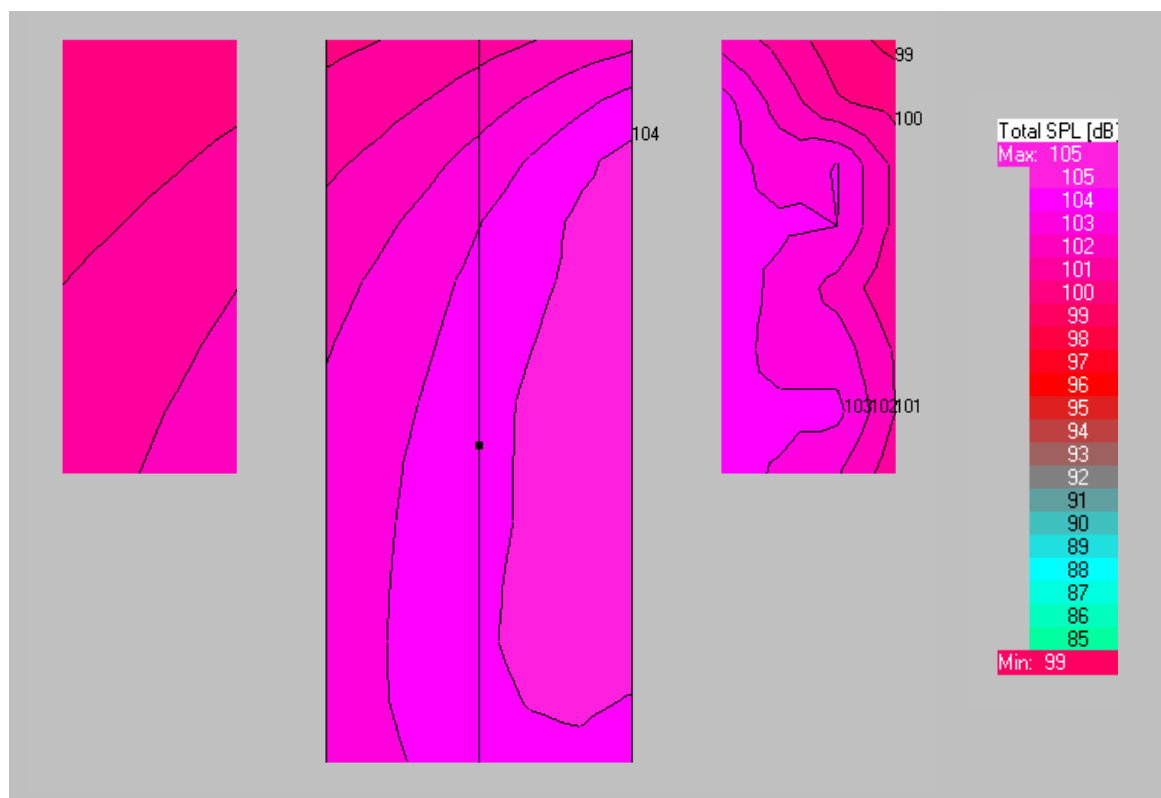
Tabla 18. Ajuste de nivel canal BR.



Frecuencia	Total SPL (dB)	Total ponderado (dBC)	Banda + EQ	Total ponderado (EQ)	Nivel total (dBC)	Nivel total (dB)
100 Hz	100	99,7	105,94	105,64	88,76	89,06
125 Hz	100	99,83	105,88	105,71	88,83	89,00
160 Hz	100	99,92	106,49	106,41	89,53	89,61
200 Hz	100	99,97	107,27	107,24	90,36	90,39
250 Hz	100	100	108,26	108,26	91,38	91,38
315 Hz	100	100,02	109,63	109,65	92,77	92,75
400 Hz	100	100,03	110,64	110,67	93,79	93,76
500 Hz	100	100,03	111,68	111,71	94,83	94,80
630 Hz	100	100,03	112,48	112,51	95,63	95,60
800 Hz	100	100,02	113,01	113,03	96,15	96,13
1000 Hz	100	100	112,83	112,83	95,95	95,95
1250 Hz	100	99,97	114,00	113,97	97,09	97,12
1600 Hz	100	99,91	114,95	114,86	97,98	98,07
2000 Hz	100	99,83	116,41	116,24	99,36	99,53
2500 Hz	99	98,7	115,63	115,33	98,45	98,75
3150 Hz	98	97,5	114,62	114,12	97,24	97,74
4000 Hz	97	96,17	113,45	112,62	95,74	96,57
5000 Hz	96	94,71	112,92	111,63	94,75	96,04
6300 Hz	95	93,01	112,49	110,50	93,62	95,61
8000 Hz	94	90,95	111,65	108,60	91,72	94,77
10000 H	93	88,59	110,78	106,37	89,49	93,90

<b>Nivel total</b>	<b>82,01 dBC</b>
--------------------	------------------

Tabla 19. Ajuste de nivel canal BL.



La información completa de los cálculos y la comprobación de estos, para los canales de surround, está contenida en el Anexo.

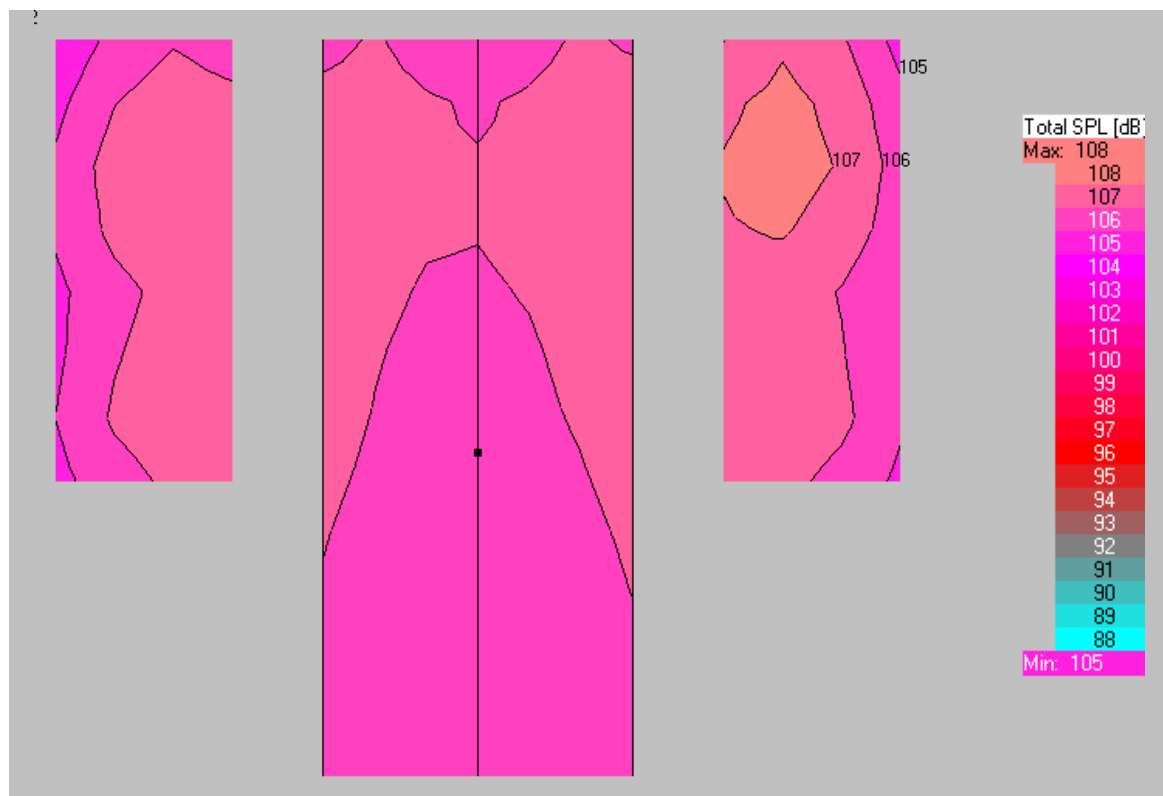


Ilustración 39. Nivel de la sala con los altavoces surround antes de ajustar el nivel.

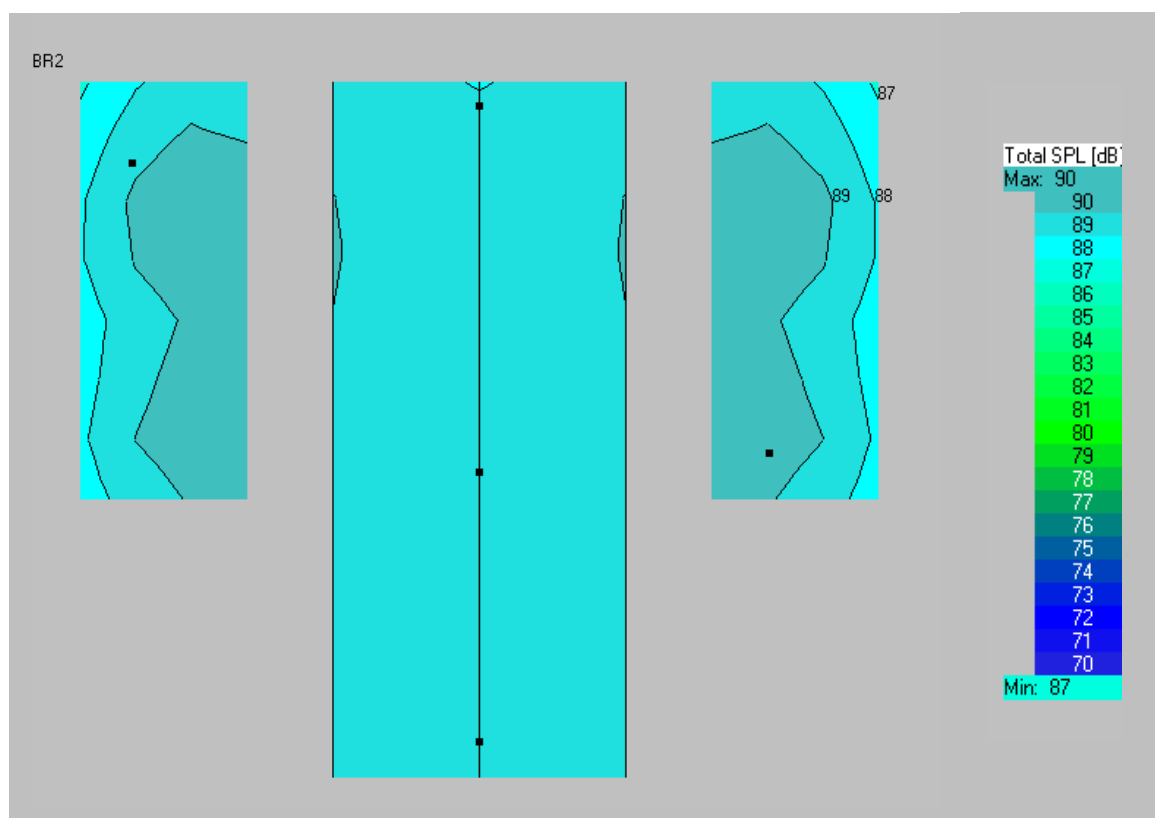


Ilustración 40. Nivel de la sala con los altavoces surround después de ajustar el nivel.



### 15.3 Ajuste de nivel en el canal de efectos

Los canales de pantalla han de estar ajustados a 95dBC. A continuación se muestra como se ha realizado dicho ajuste y se comprueba que este ha sido bien efectuado (Anexo Tablas).

Frecuencia	Total SPL (dB)	Total ponderado (dBC)	Banda + EQ	Total ponderado (EQ)	Nivel total (dBC)	Nivel total (dB)
100 Hz	124,28	123,98	131,79	132,09	103,06	103,36
125 Hz	124,30	124,13	131,79	131,96	102,93	103,10
160 Hz	124,07	123,99	131,79	131,87	102,84	102,92
200 Hz	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00
250 Hz	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00
315 Hz	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00
400 Hz	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00
500 Hz	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00
630 Hz	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00
800 Hz	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00
1000 Hz	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00
1250 Hz	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00
1600 Hz	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00
2000 Hz	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00
2500 Hz	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00
3150 Hz	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00
4000 Hz	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00
5000 Hz	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00
6300 Hz	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00
8000 Hz	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00
10000 H	0,00	0,00	0	0	0,00	0

<b>Nivel total</b>	<b>95,36 dBC</b>
--------------------	------------------

Tabla 20. Ajuste de nivel canal LFE.

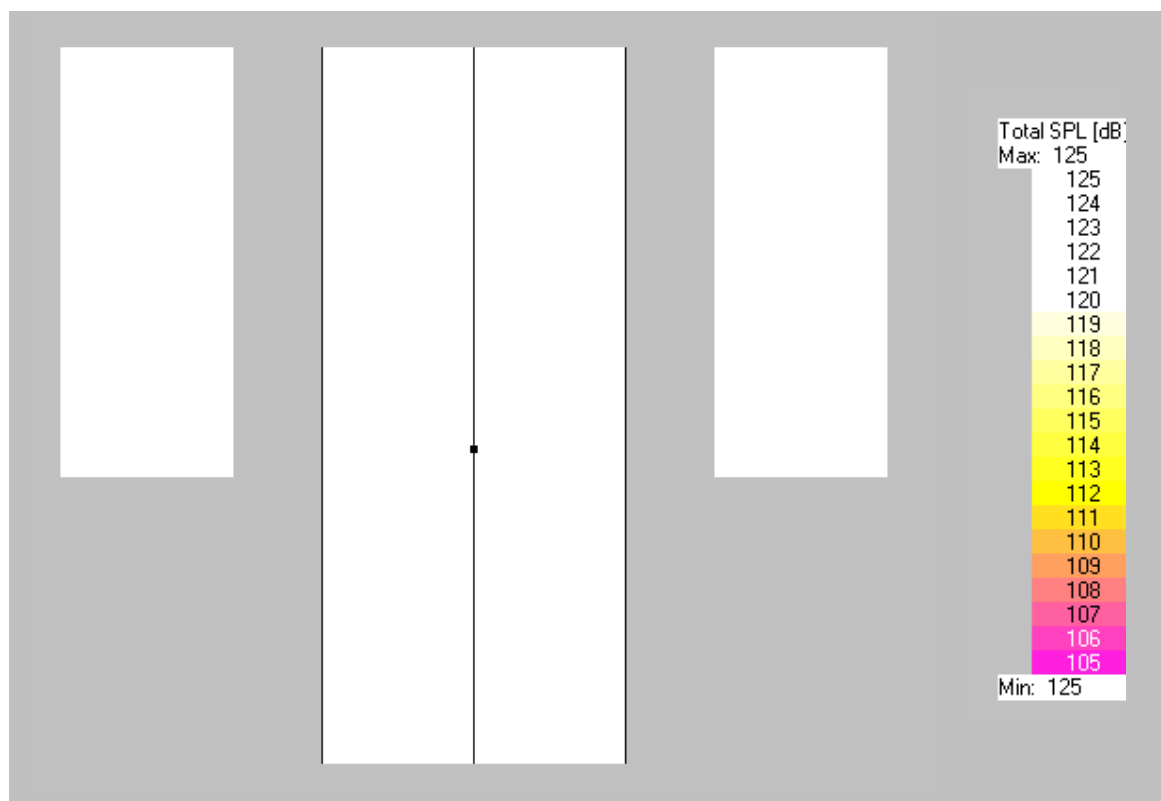


Ilustración 41. Nivel de la sala con los altavoces LFE activado antes de ajustar el nivel.

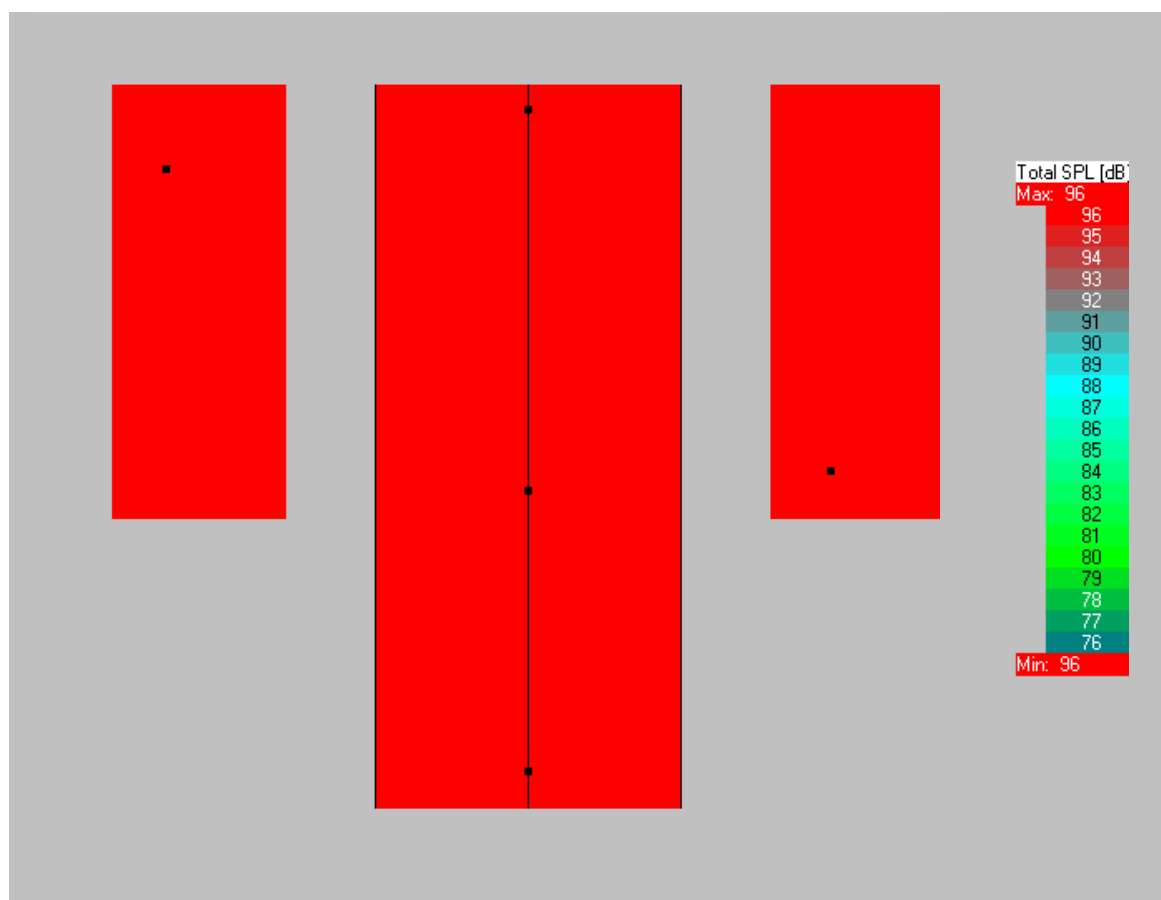


Ilustración 42. Nivel de la sala con los altavoces LFE activado después de ajustar el nivel

Por último se muestran las figuras con los niveles de la sala antes y después de realizar el ajuste de nivel cuando están activados todos los altavoces de la misma.

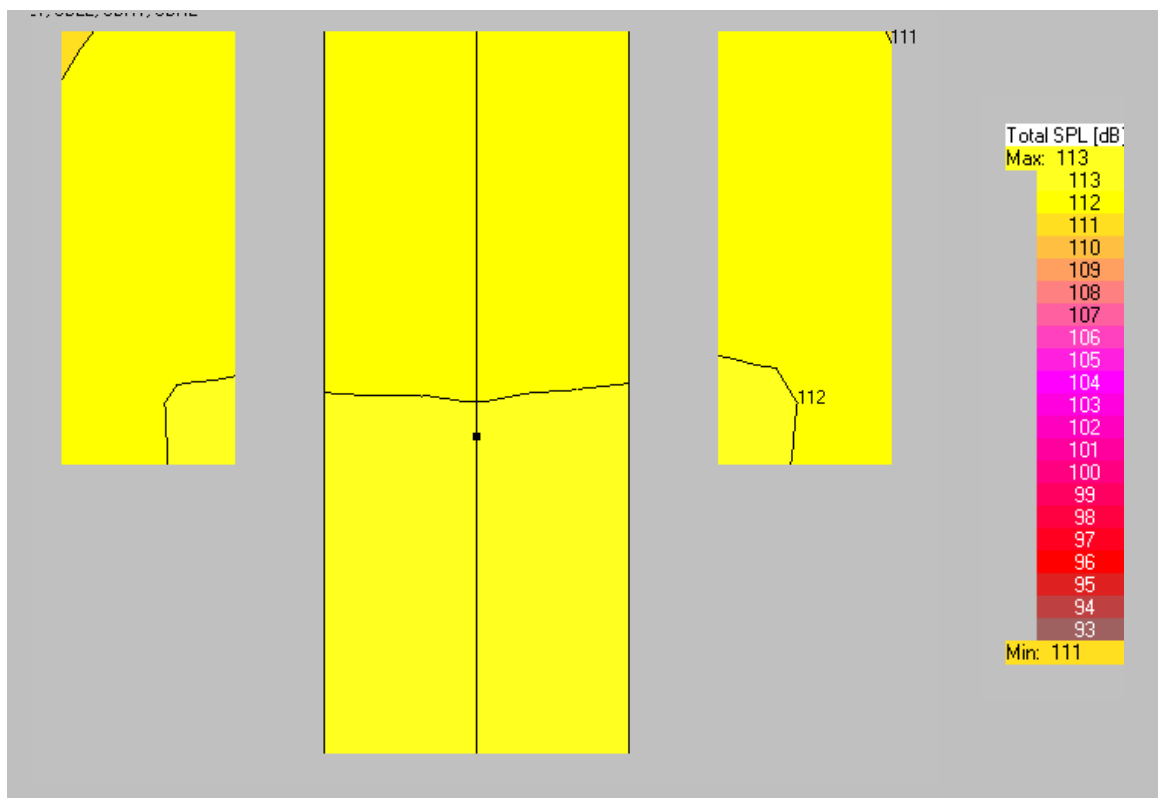


Ilustración 43. Nivel total en la sala antes del ajuste de nivel.

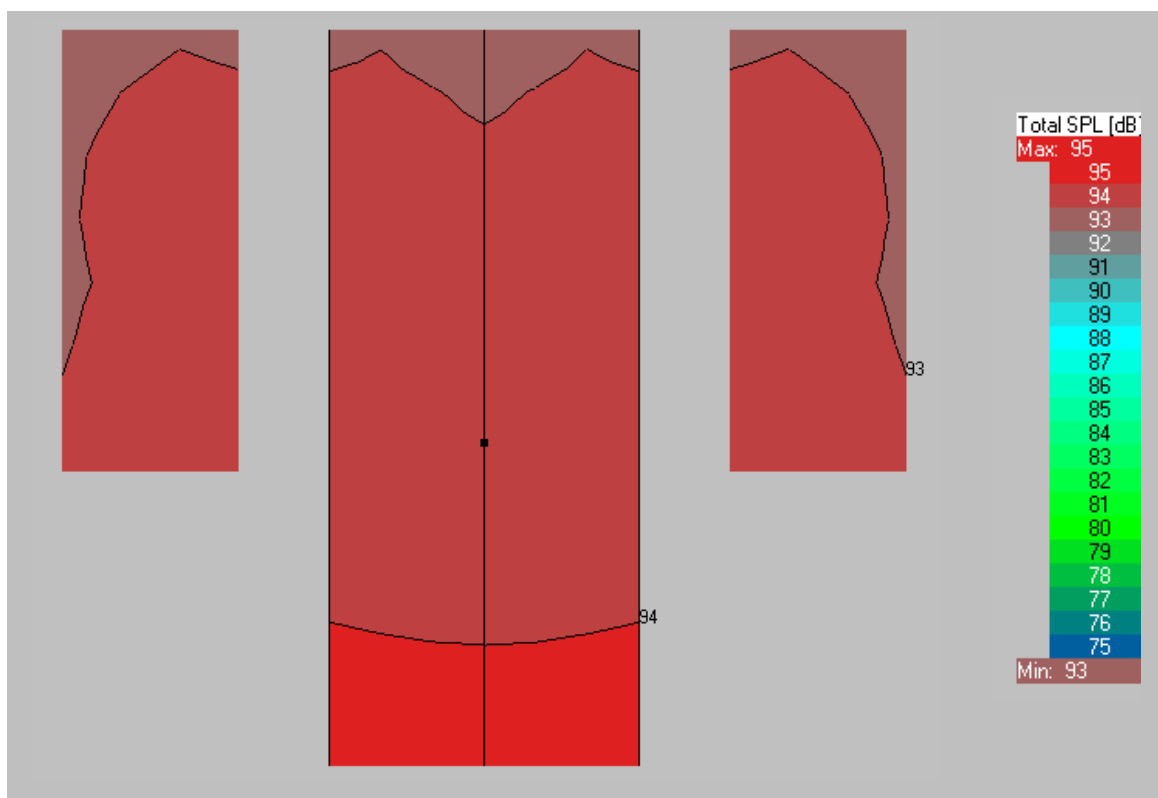


Ilustración 44. Nivel total de la sala con los ajustes de nivel efectuados.

## 16. RETARDOS.

Los retardos se introducen en los altavoces para evitar que se produzca una escucha deficiente en la sala. Para ello hay que tener en cuenta el efecto precedencia que ha de estar localizado en los canales de pantalla, ya que es en estos donde está la información de los diálogos. Por esto es por lo que se hace necesaria la introducción de retardos en los altavoces de surround.

Con el número de altavoces colocados en la sala se ha considerado necesario aplicar dos retardos diferentes para todos estos altavoces, en la configuración que se presentará posteriormente.

Para elegir los retardos a aplicar y los altavoces que llevarán el mismo retardo se ha utilizado la opción "Show Distance" que nos permite ver cuál es la distancia y el tiempo que tarda en llegar el sonido del altavoz seleccionado, en este caso el altavoz central de pantalla a cada uno de los puntos de la sala.

Seguidamente se muestran diferentes tablas en las que aparecen dichos retardos a cada uno de los puntos de la audiencia.

Punto de la audiencia	C (ms)	L (ms)	R (ms)
1	28.75	33.94	33.94
2	58.97	61.67	61.67
3	58.70	66.34	56.04
4	44.18	41.86	52.94
pd	40.76	44.58	44.58

Tabla 21. Retardo en de los canales centrales sobre toda la audiencia.

Punto de la audiencia	SL1 (ms)	SL2 (ms)	SL3 (ms)	SL4 (ms)	BSL1 (ms)	BSL2 (ms)
1	21.88	22.39	27.93	35.97	39.74	42.27
2	42.93	34.07	26.45	34.07	9.51	17.26
3	51.17	44.74	40.10	38.08	24.79	34.32
4	21.10	12.09	9.25	16.15	25.86	24.07
pd	27.78	22.18	21.23	25.41	25.38	29.18

Tabla 22. Retardo en de los canales surround delanteros sobre toda la audiencia.

Punto de la audiencia	SR1 (ms)	SR2 (ms)	SR3 (ms)	SR4 (ms)	BSR1 (ms)	BSR2 (ms)
1	21.88	22.39	27.93	35.97	39.74	42.27
2	42.93	34.07	26.45	34.07	9.51	17.26
3	35.15	24.87	15	8.21	16.09	10.51
4	39.97	36.04	35.19	37.59	31.07	38.33
pd	27.78	22.18	21.23	25.41	25.38	29.18

Tabla 23. Retardo en de los canales surround centrales sobre toda la audiencia.

La disposición de los altavoces anteriormente mencionados en las tablas y los puntos de audiencia se representa en la siguiente figura.

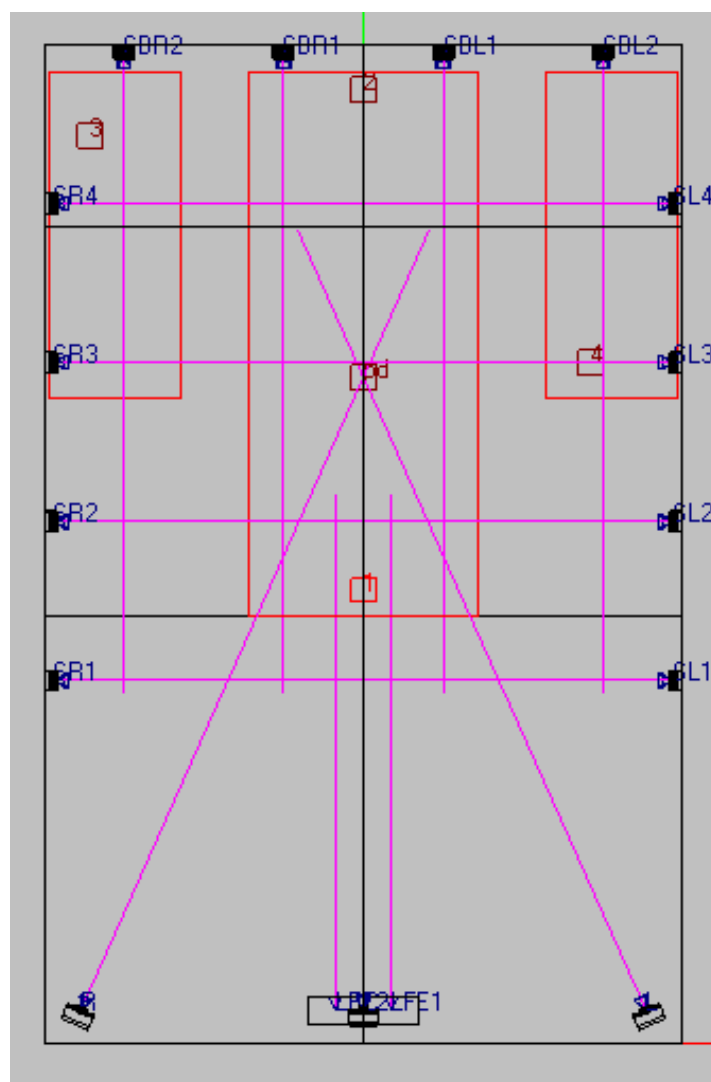


Ilustración 45. Imagen de la sala con la identificación de cada altavoz.

A la vista de los resultados de las tablas se ha optado por los siguientes retardos:

- Retardo para los tres altavoces surround situados a partir de las 2/3 partes de la sala, tanto izquierdos como derechos de 45 ms.
- Retardo para los altavoces surround traseros y el último surround lateral de cada uno de los lados de la sala de 60 ms.

A continuación se muestran las graficas con el nivel de presión sonora de llegada de los altavoces en función del tiempo en todos los puntos de cada una de las áreas de audiencia. También se muestran las colas de precedencia. Estas medidas están hechas para una frecuencia de 1000Hz. Bajo cada una de las imágenes se puede ver la misma situación pero con el retardo ya introducido en los altavoces para comprobar que una vez introducidos dichos retardos en cualquier punto de la sala la primera señal que llega al espectador es la procedente de los altavoces de pantalla.

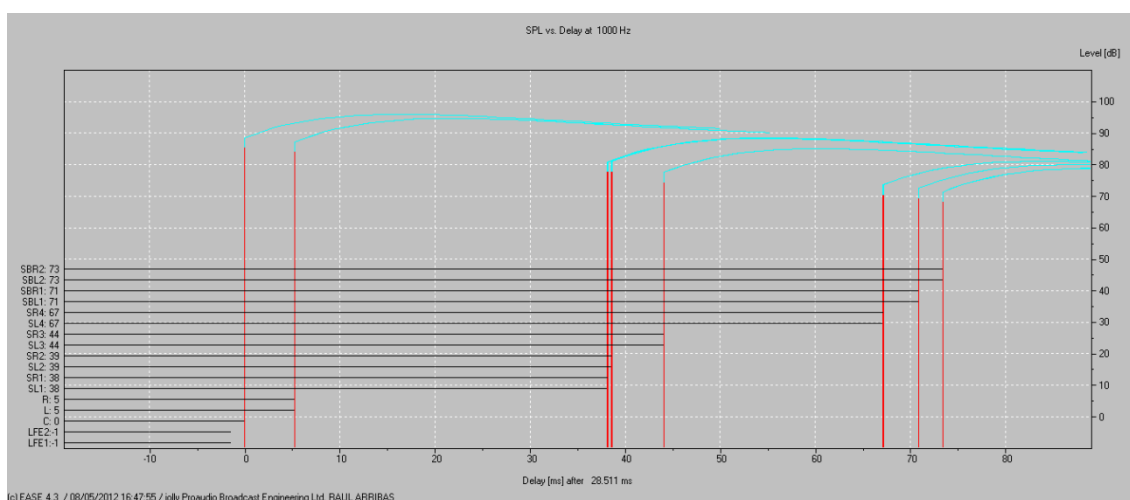
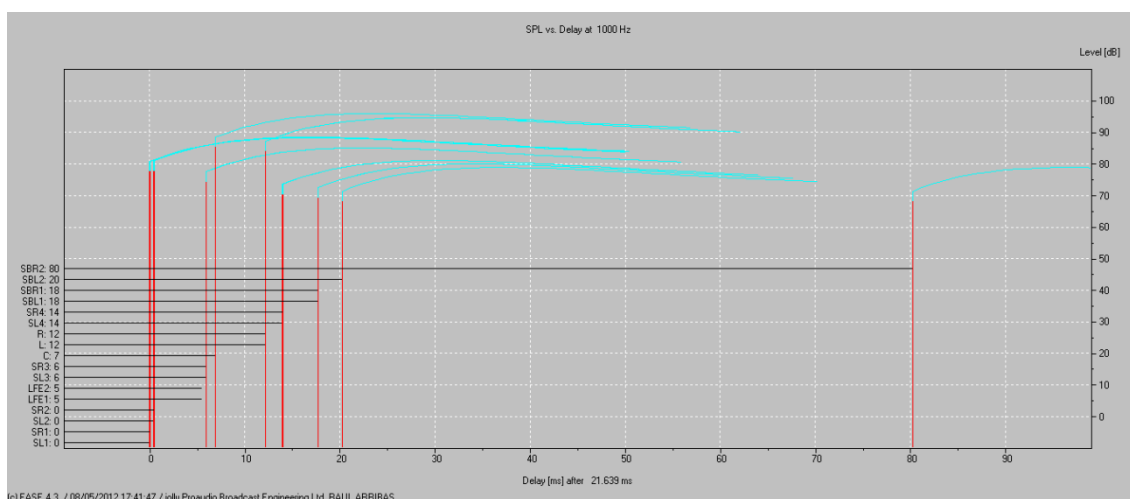


Ilustración 46. Efecto precedencia sin retardos (arriba) y con retardos (abajo) en el punto 1.

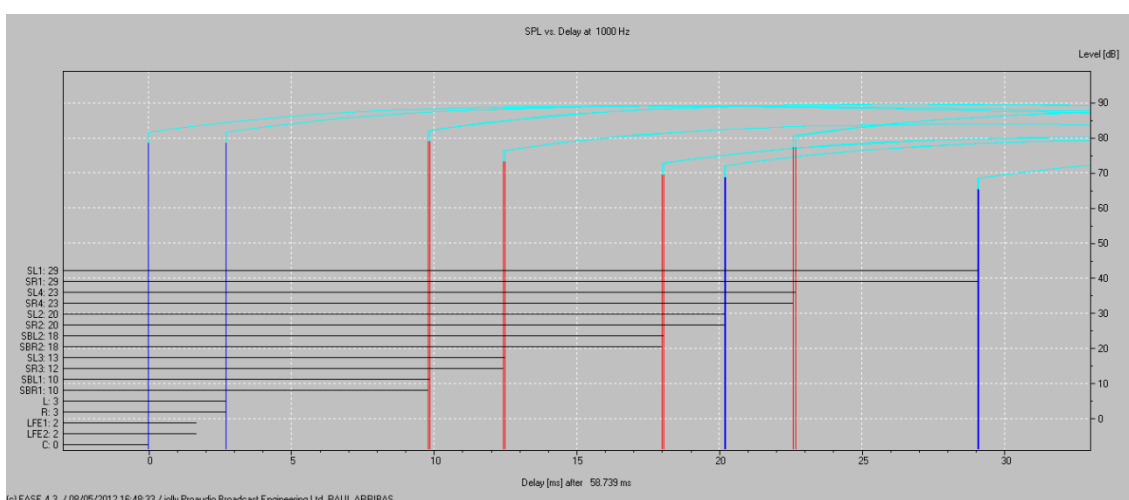
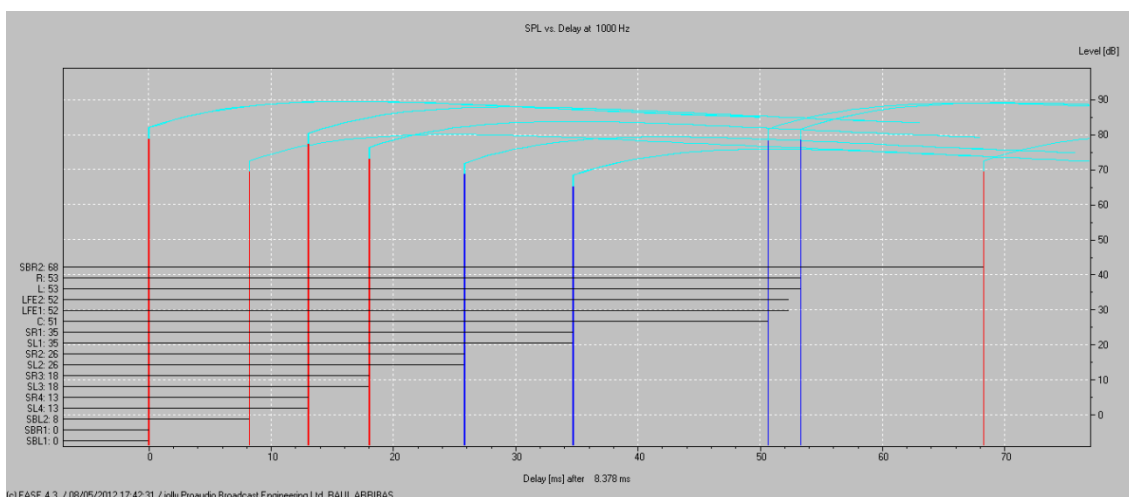
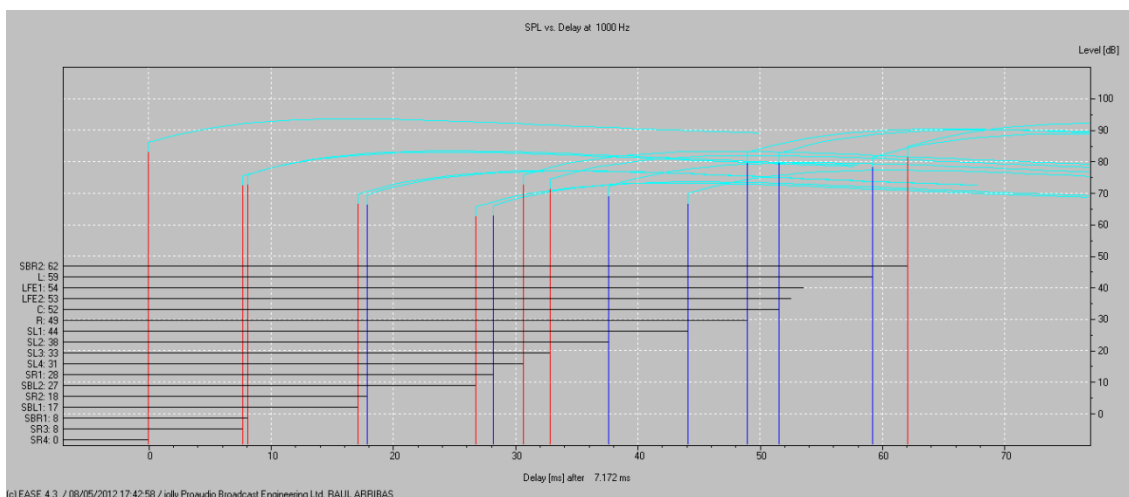


Ilustración 47. Efecto precedencia sin retardos (arriba) y con retardos (abajo) en el punto 2.



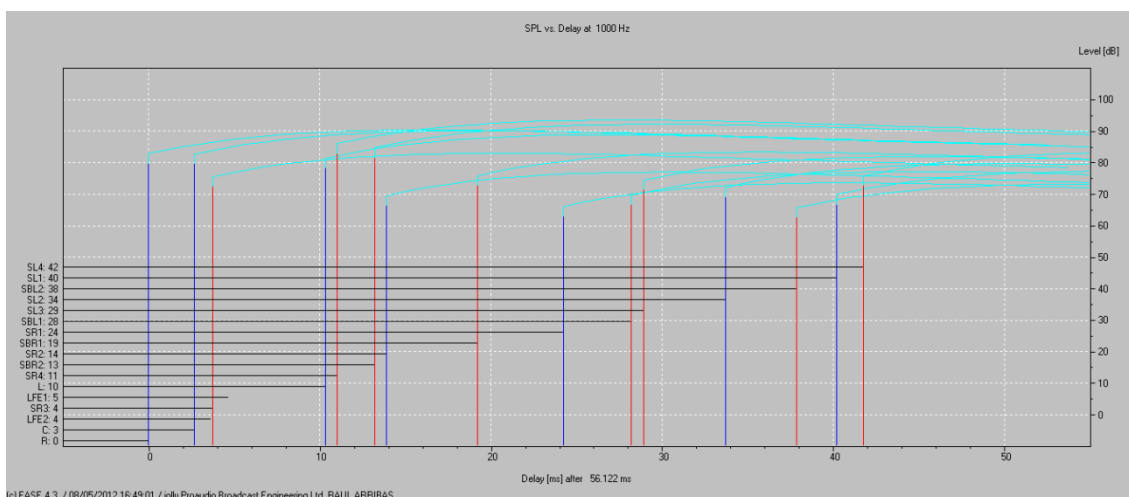


Ilustración 48. Efecto precedencia sin retardos (arriba) y con retardos (abajo) en el punto 3.

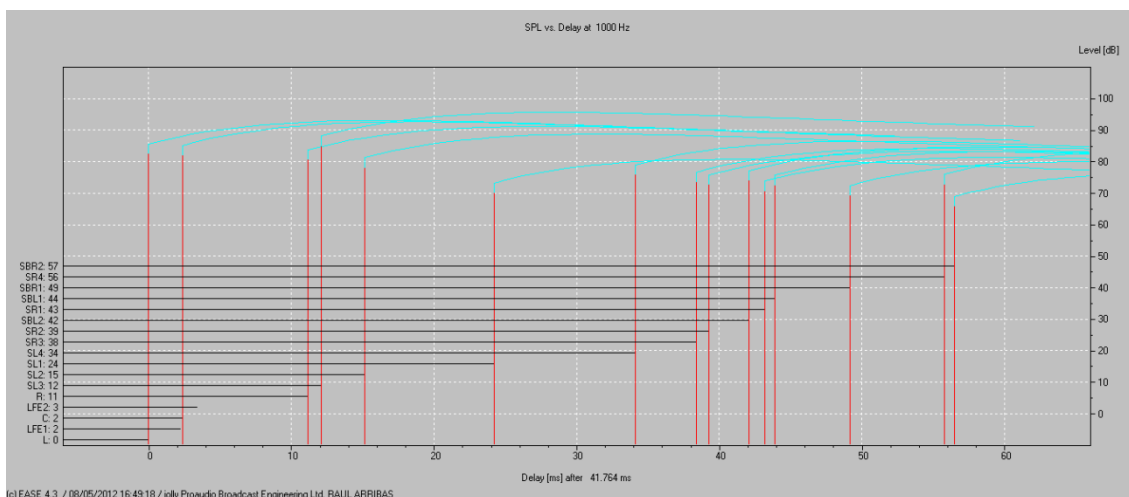
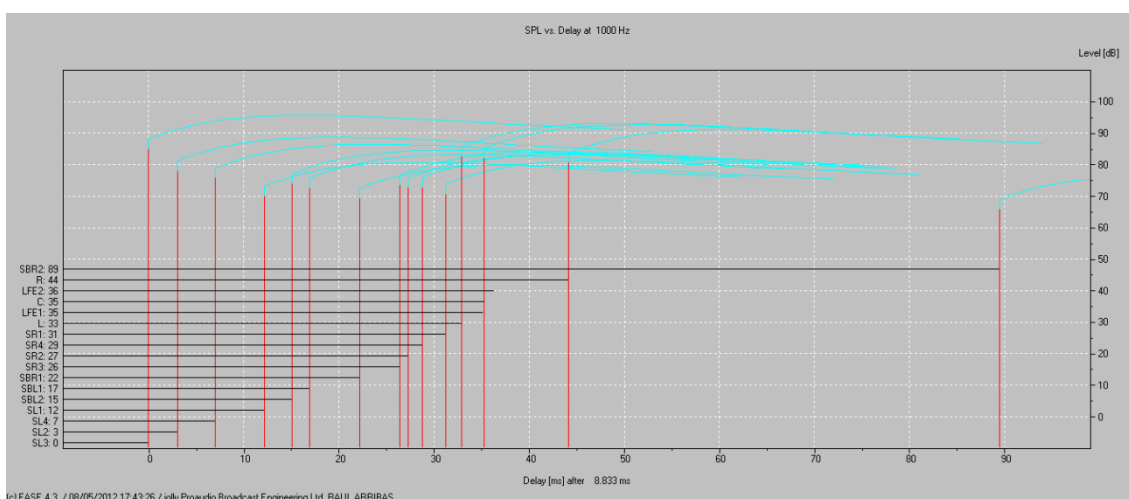


Ilustración 49. Efecto precedencia sin retardos (arriba) y con retardos (abajo) en el punto 4.



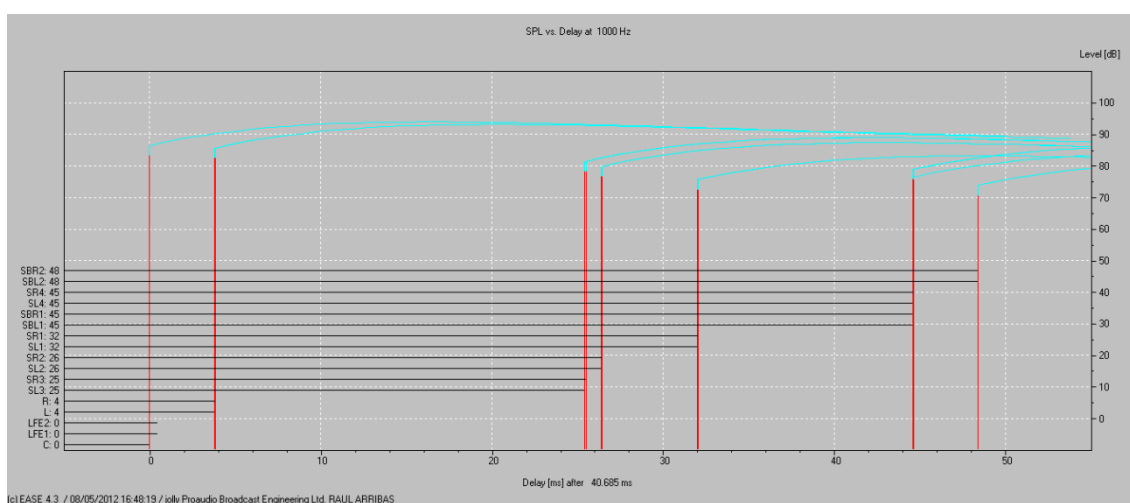
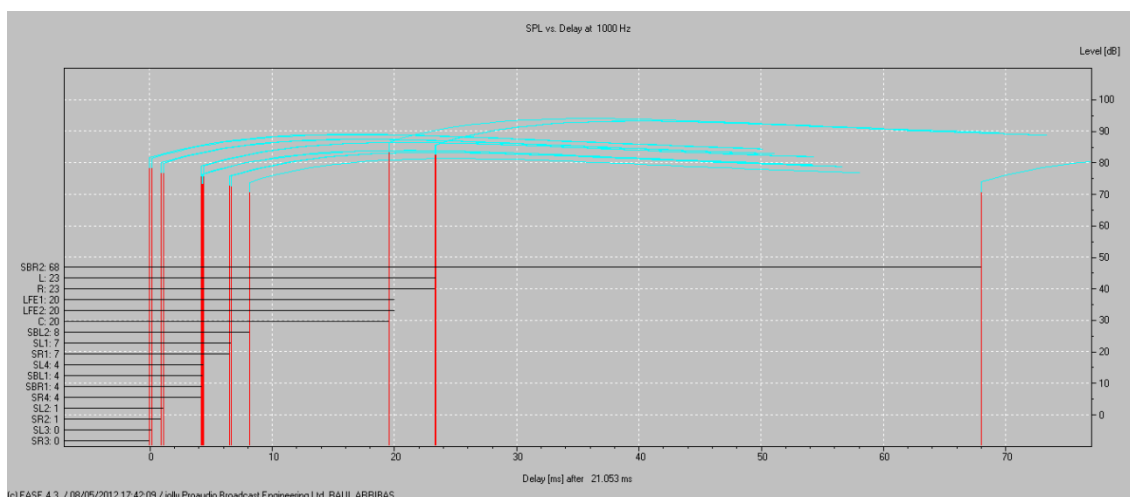


Ilustración 50. Efecto precedencia sin retardos (arriba) y con retardos (abajo) en el punto PD.

A la vista de las imágenes se puede deducir cómo se comporta la sala. En las imágenes superiores se ve donde se produce el primer frente de onda antes de aplicar los retardos mientras que en las inferiores se ve que el efecto precedencia con los retardos aplicados se cumple tanto en los asientos centrales como en el resto de asientos peor posicionados en la sala. Por lo tanto, la mejora de la sala con los retardos introducidos mejora notablemente la escucha en la misma.

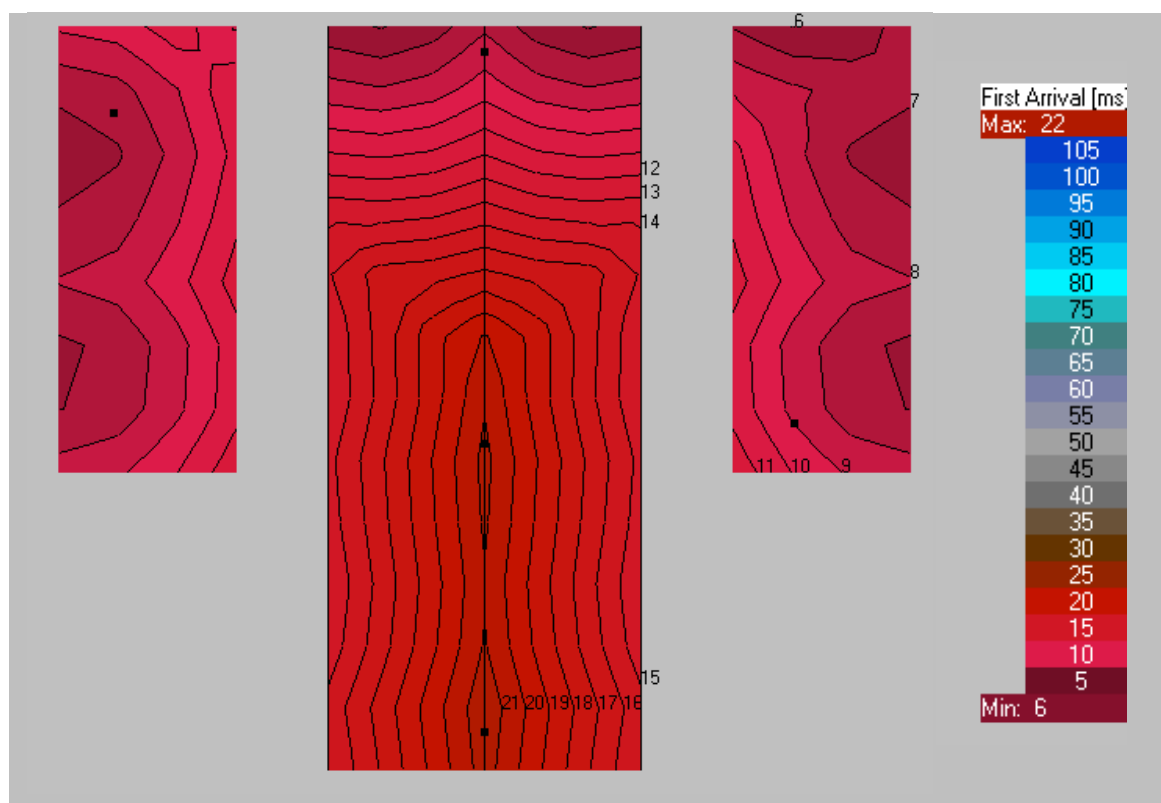


Ilustración 51. Comportamiento de la sala sin retardos.

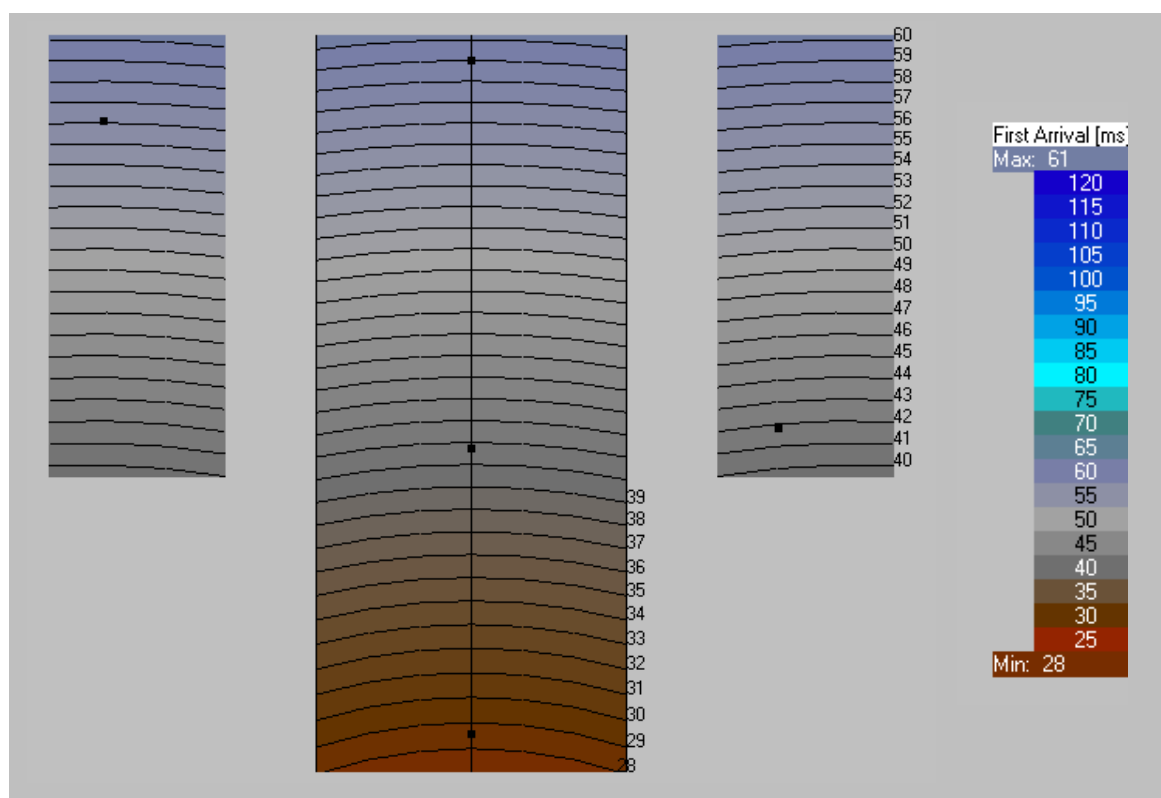


Ilustración 52. Comportamiento de la sala con retardos.

## 17. RECUBRIMIENTO.

Este parámetro muestra como se distribuye el campo sonoro en la sala. Da idea del valor que adquiere la presión sonora en cada punto de la sala. Para analizar este campo es necesario dividir el estudio en dos apartados: campo directo y campo total.

### 17.1 Campo sonoro directo.

El campo sonoro directo contiene la parte del sonido que acaba de ser emitido por la fuente y por lo tanto todavía no ha experimentado ninguna reflexión. El valor de este campo depende de la posición del punto en el que se encuentra el oyente y no de las características físicas de la sala.

El estudio de este parámetro se debe a que conociendo el valor de éste respecto al valor del campo reverberante se puede estimar la inteligibilidad.

Para ver el comportamiento de esta se simula el campo sonoro directo a diferentes frecuencias: bajas (125Hz), medias (1000Hz) y altas (4000Hz).

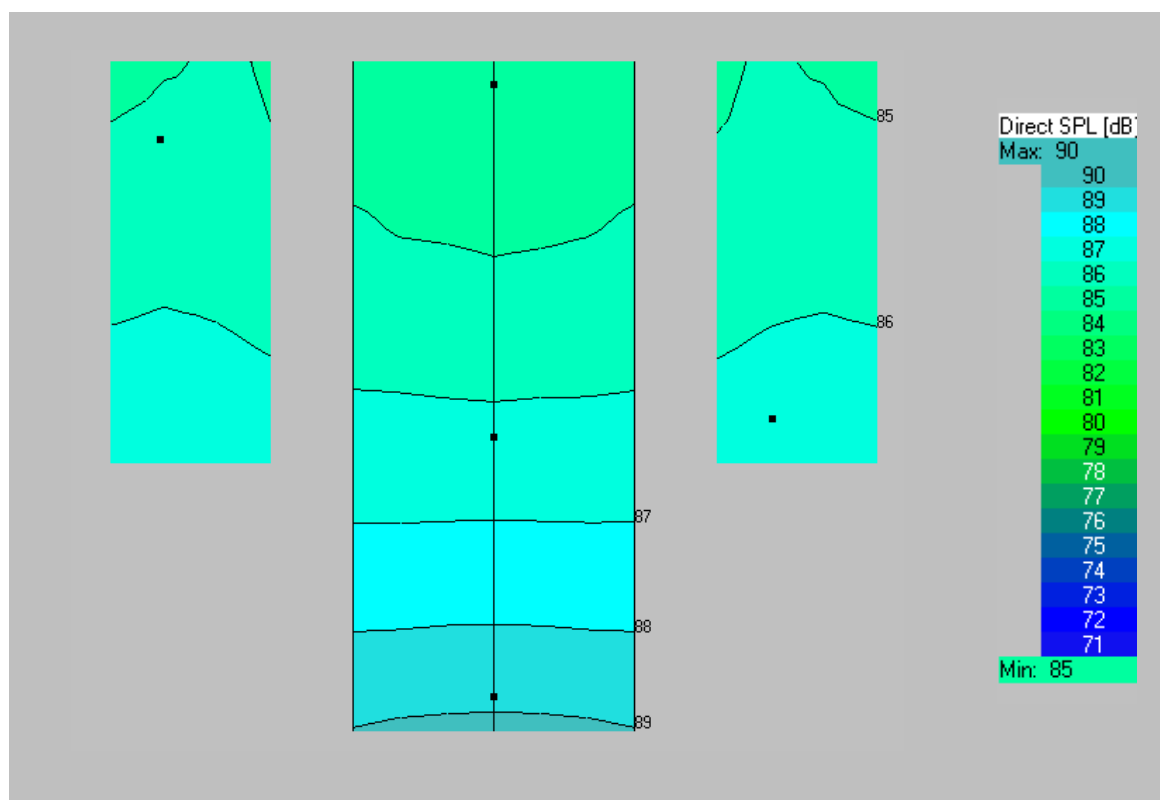


Ilustración 53. Campo sonoro directo a baja frecuencia (125Hz).

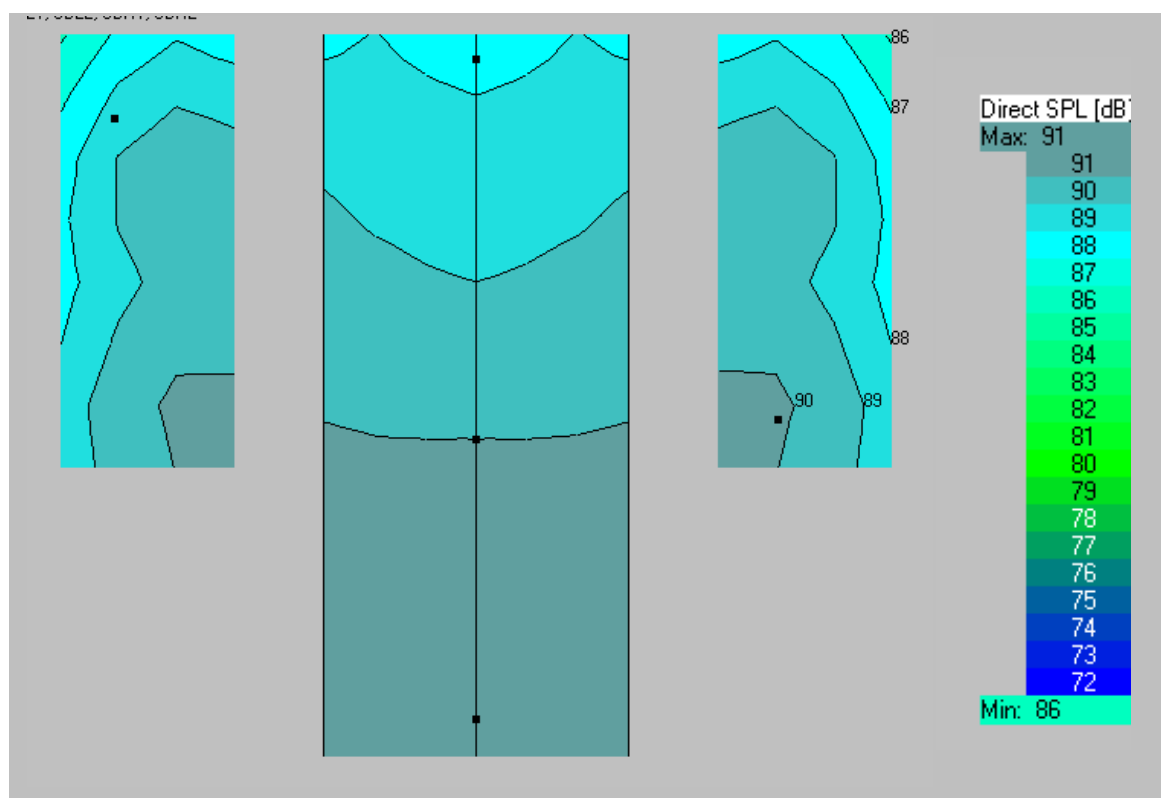


Ilustración 54. Campo sonoro directo a media frecuencia (1000Hz).

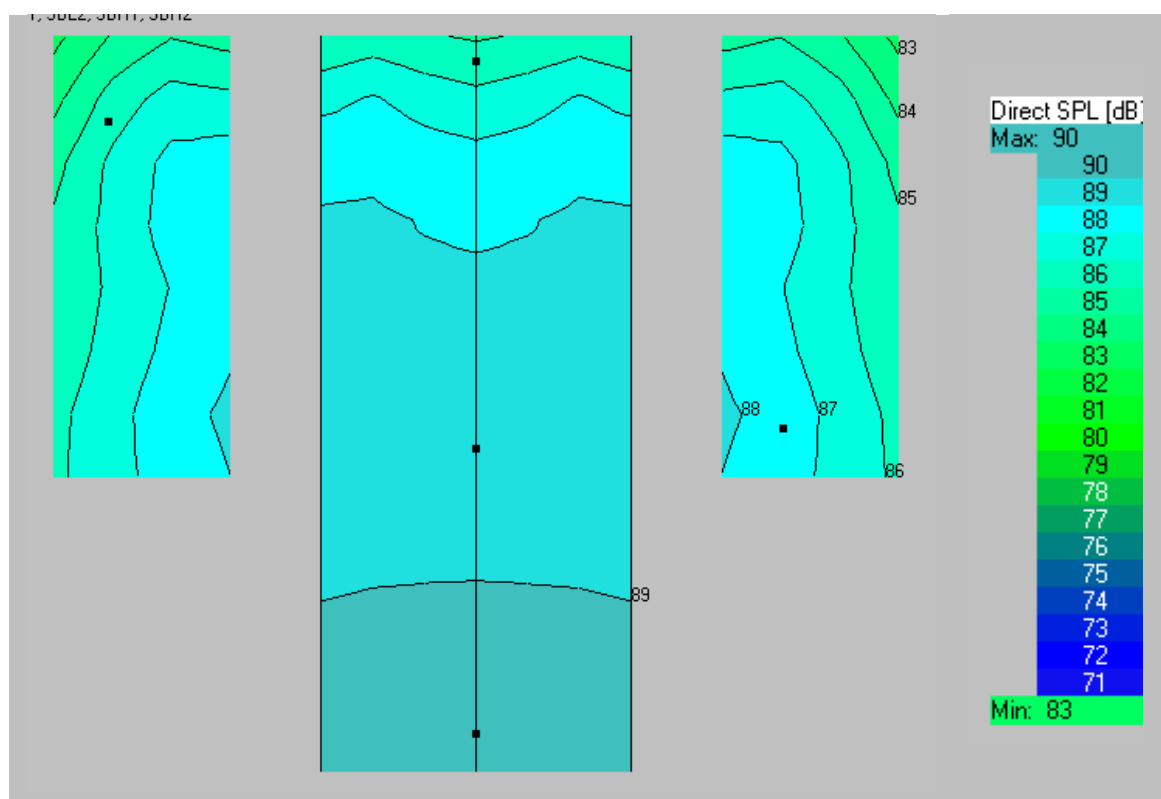


Ilustración 55. Campo sonoro directo a alta frecuencia (4000Hz).

En la primera figura se puede apreciar como los valores de nivel más altos se concentran en la parte más próxima a la pantalla debido a que es el lugar donde están situados los altavoces de

efectos de baja frecuencias. En la imagen correspondiente a lo que sucede a 1000 Hz se puede ver que los valores están comprendidos en un rango de valores de 5 dB, por lo que cumple con el requisito de que esta variación sea menor que 6 dB. Por último, a la frecuencia de 4000Hz el campo es bastante uniforme.

En todas estas imágenes se puede observar que la mayor concentración de nivel se produce en las proximidades de la pantalla. Esto se debe a que hay suma del nivel creado por los altavoces de surround más cercanos a esta y los canales de pantalla.

Por último, se muestra el campo sonoro en banda ancha para ver el comportamiento de la sala cuando se produce una escucha real. La siguiente figura muestra que el nivel de la sala es uniforme en toda la sala, a diferencia de las figuras anteriores, puesto que los niveles de todas las bandas han sido compensados entre sí. Por tanto vemos que el recubrimiento de la sala es uniforme teniendo un nivel de aproximadamente 88 dB.

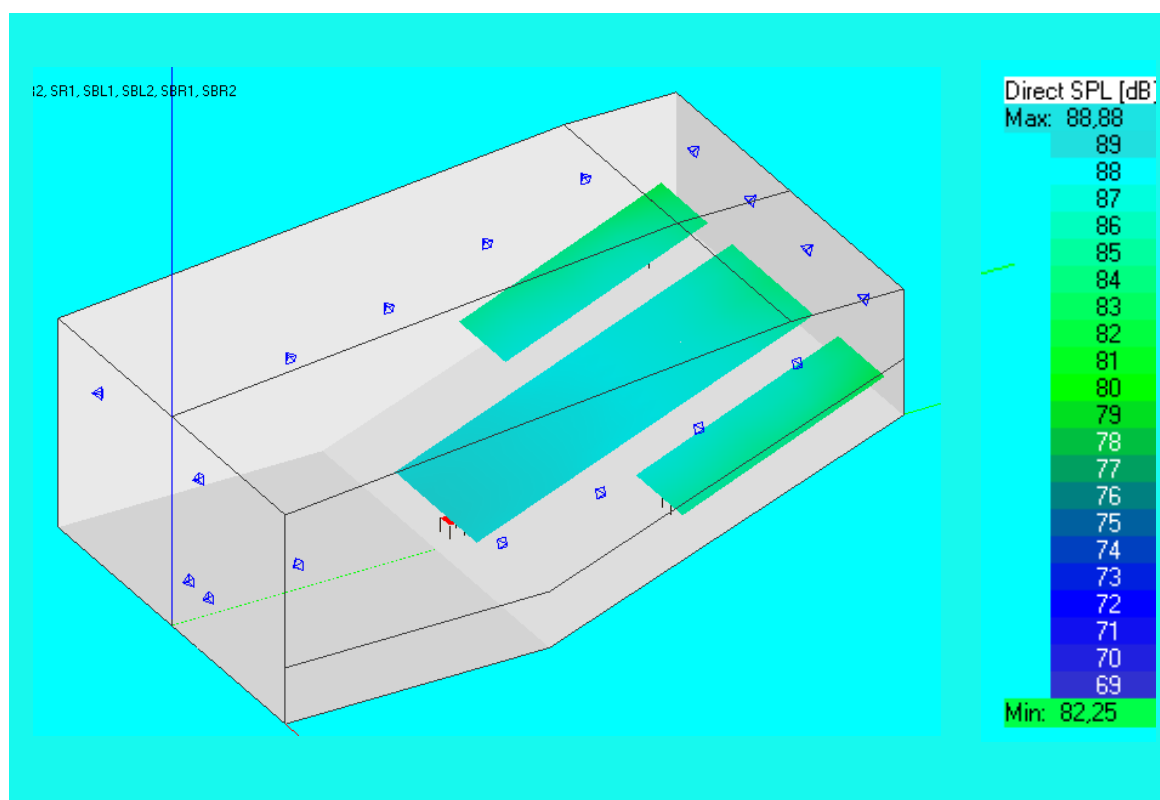


Ilustración 56. Campo sonoro directo en banda ancha.

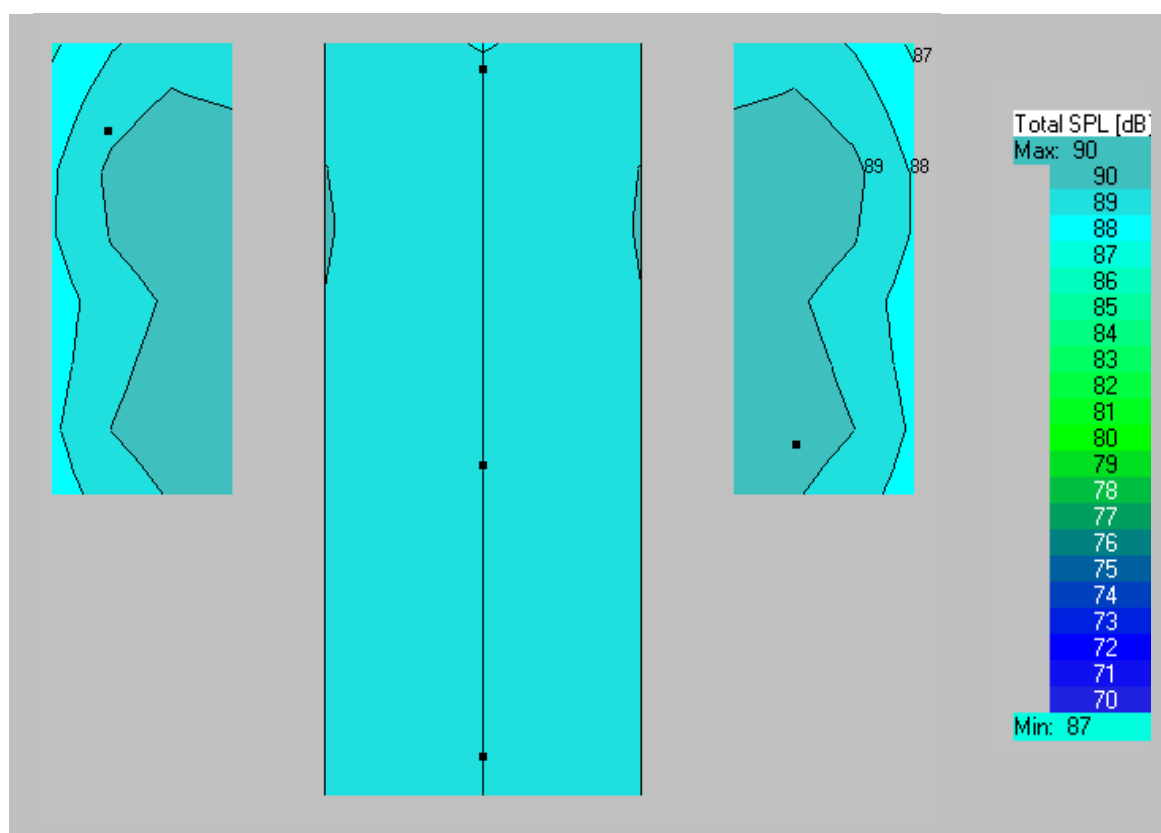
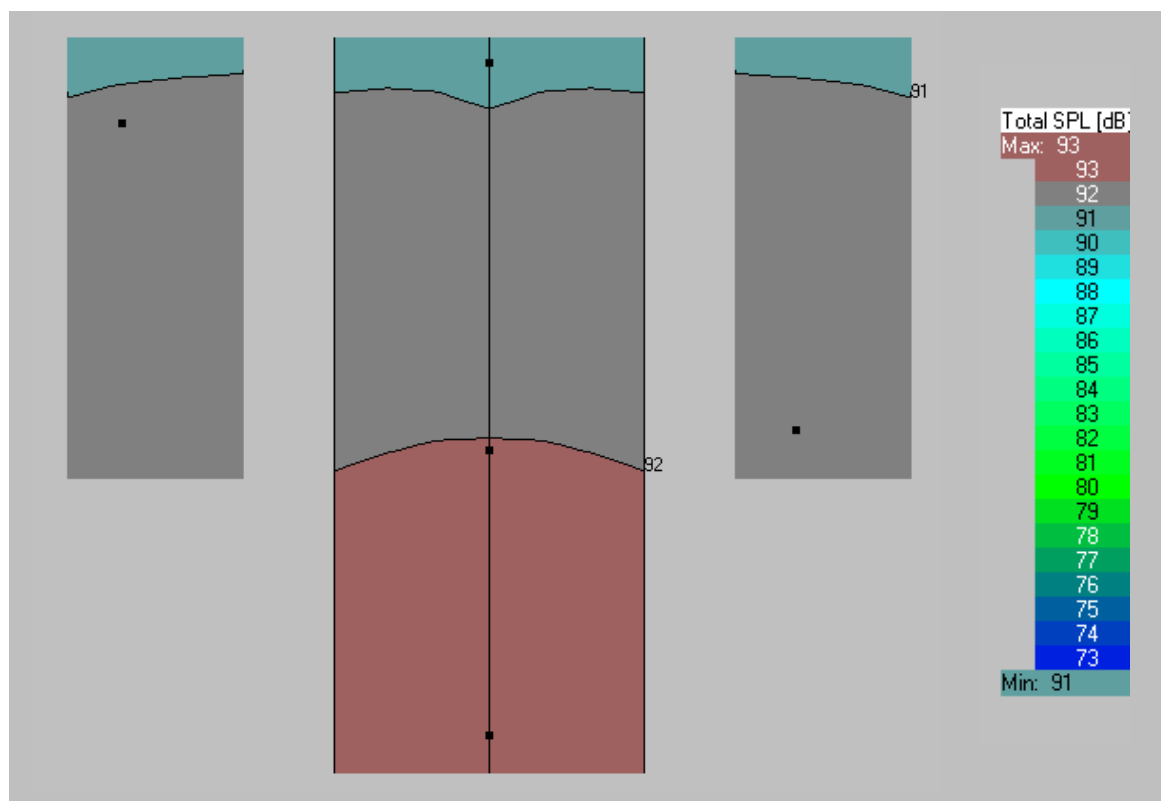
### 17.2 Campo sonoro total.

El campo sonoro total es el resultante de la suma del campo sonoro directo y el reverberante por lo que el valor de este parámetro será mayor que el del campo sonoro directo.

El campo reverberante es el debido a las múltiples reflexiones que se superponen entre sí dando lugar a un nivel de presión sonora prácticamente constante en todos los puntos del recinto. A diferencia del campo sonoro directo, este valor sí que depende de las características físicas de la sala ya que está directamente relacionado con el tiempo de reverberación.

Según indican las normas del SMPTE específicas para el diseño de salas, cada uno de los canales ha de cumplir una diferencia de nivel en campo sonoro total. Esta diferencia se medirá en la frecuencia de 1000 Hz. En los altavoces de pantalla dicha diferencia está dentro de los  $\pm 4$ dB, los altavoces de surround deben estar dentro de los  $\pm 2$ dB y debiéndose cumplir esto para dos 2/3 de la sala que es donde se encuentran situados estos altavoces. La diferencia para el canal de efectos de baja frecuencia no está definida en ninguna de las normas ya que al tratarse de altavoces muy omnidireccionales y que la reverberación a las frecuencias a las que trabajan estos altavoces son muy elevadas la diferencia de nivel será casi inexistente.

Para comprobar que se cumplen todas las especificaciones se simulara cada uno de los canales por separado para finalmente ver el comportamiento de la sala cuando todos los canales están funcionando.



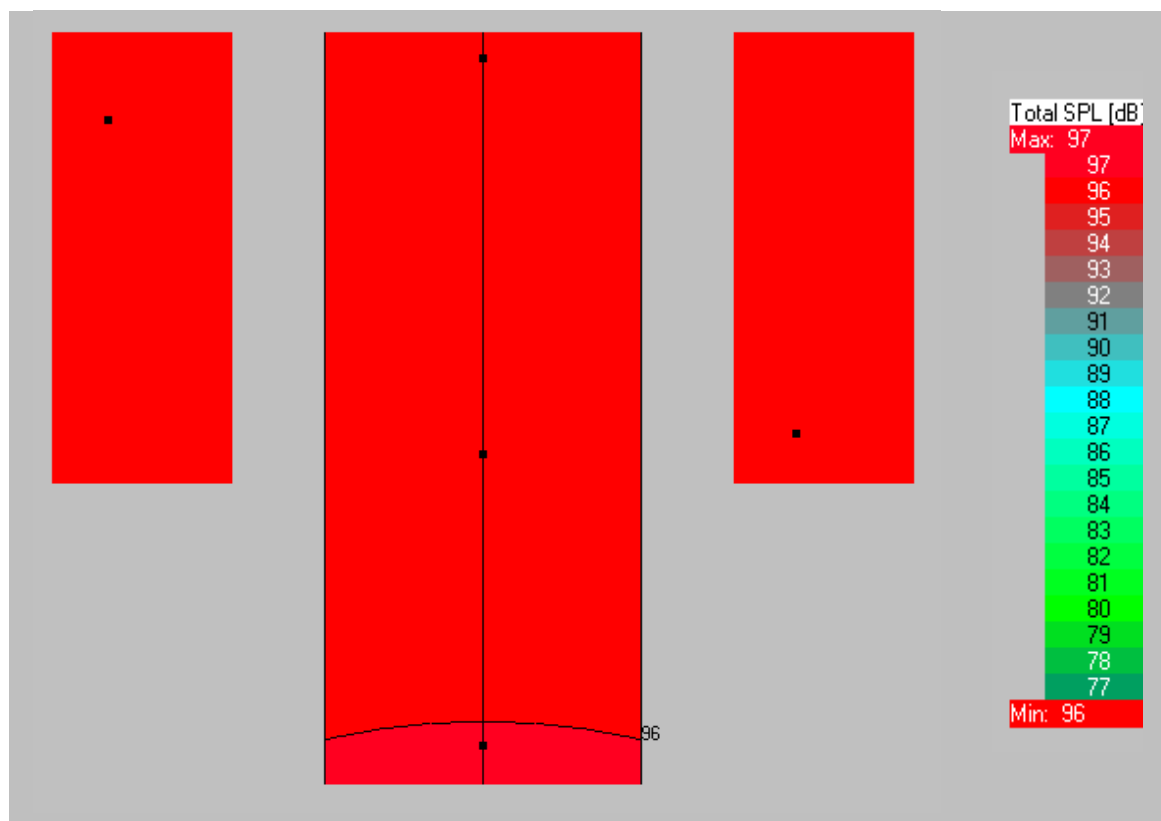


Ilustración 59. Campo sonoro total generado por el canal de efectos de baja frecuencia a 125Hz.

Para interpretar de un modo más claro las figuras anteriormente representadas se muestran a continuación las graficas, tanto para los canales de pantalla como para los de surround, que muestran los niveles de presión sonora generados por el campo total indicando en cuanto porcentaje de la sala se da cada uno de esos valores.

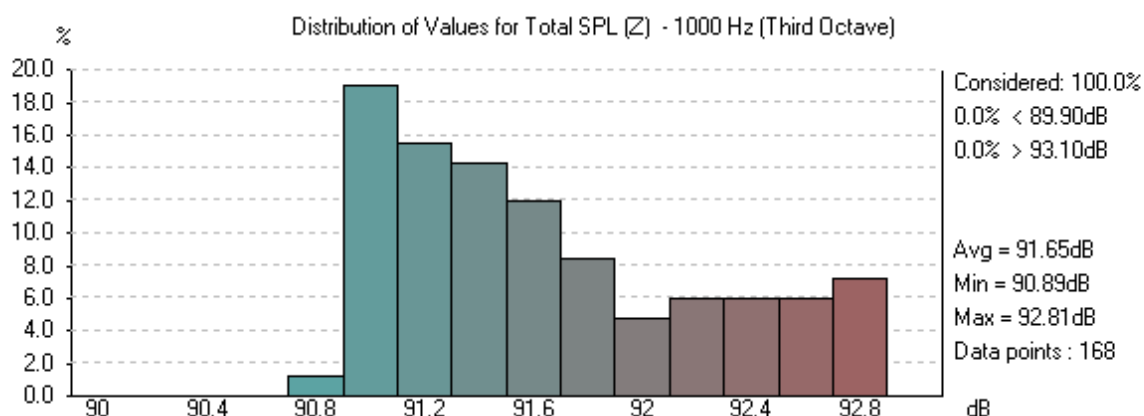


Ilustración 60. Distribución de niveles del campo sonoro total generado los canales de pantalla a 1000Hz.



Los niveles mostrados en la grafica están comprendidos entre 90,89dB y 92,81dB. Estos valores suponen un margen de 1,92dB por lo que este valor está muy por encima del margen permitido por lo que cumple perfectamente el margen dado por la norma.

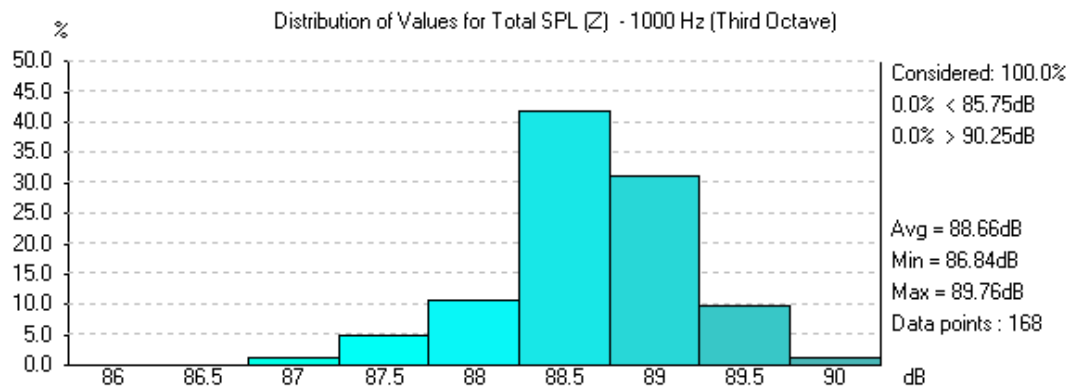


Ilustración 61. Distribución de los niveles del campo sonoro total generado por los canales de surround a 1000Hz.

En este caso los valores de nivel están comprendidos entre 86,84dB y 89,76dB lo que supone un margen de 1,1dB por tanto, al igual que sucedía en los canales de pantalla, se cumple el margen especificado anteriormente de 2dB.

Al igual que se hizo con el campo sonoro directo se simulara el campo sonoro total, con todos los canales funcionando simultáneamente, a diferentes frecuencias: bajas (125Hz), medias (1000Hz) y altas (4000Hz).

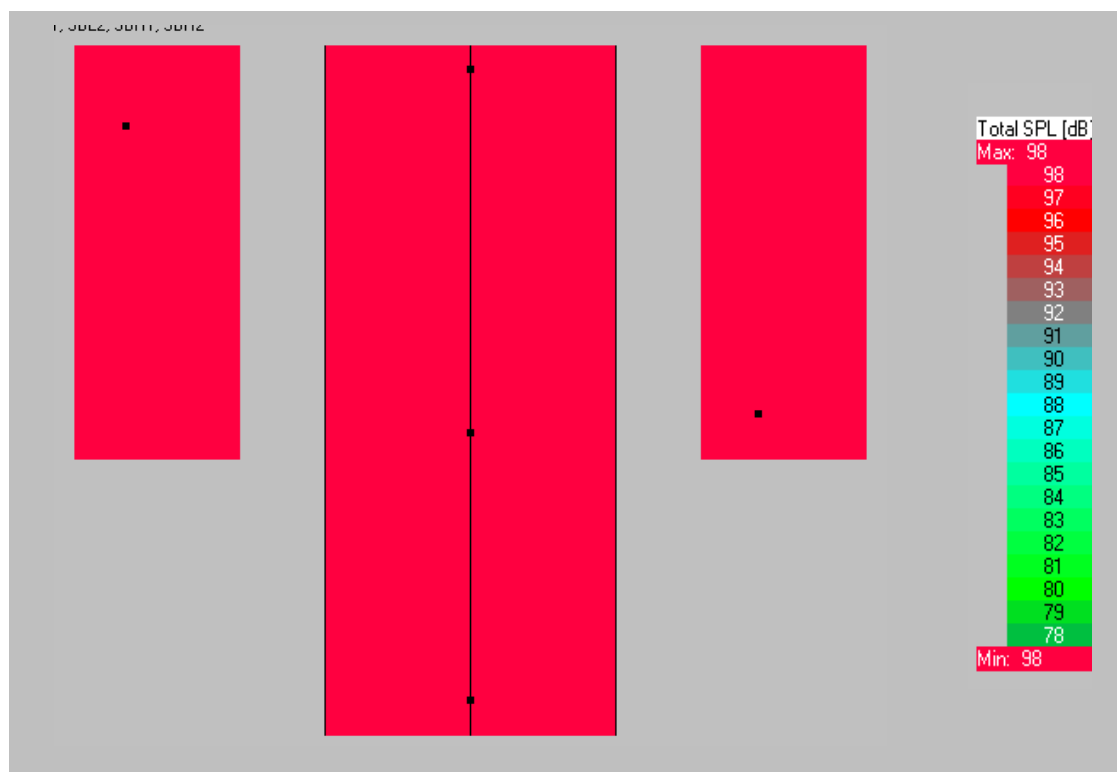


Ilustración 62. Campo sonoro total a baja frecuencia (125Hz).

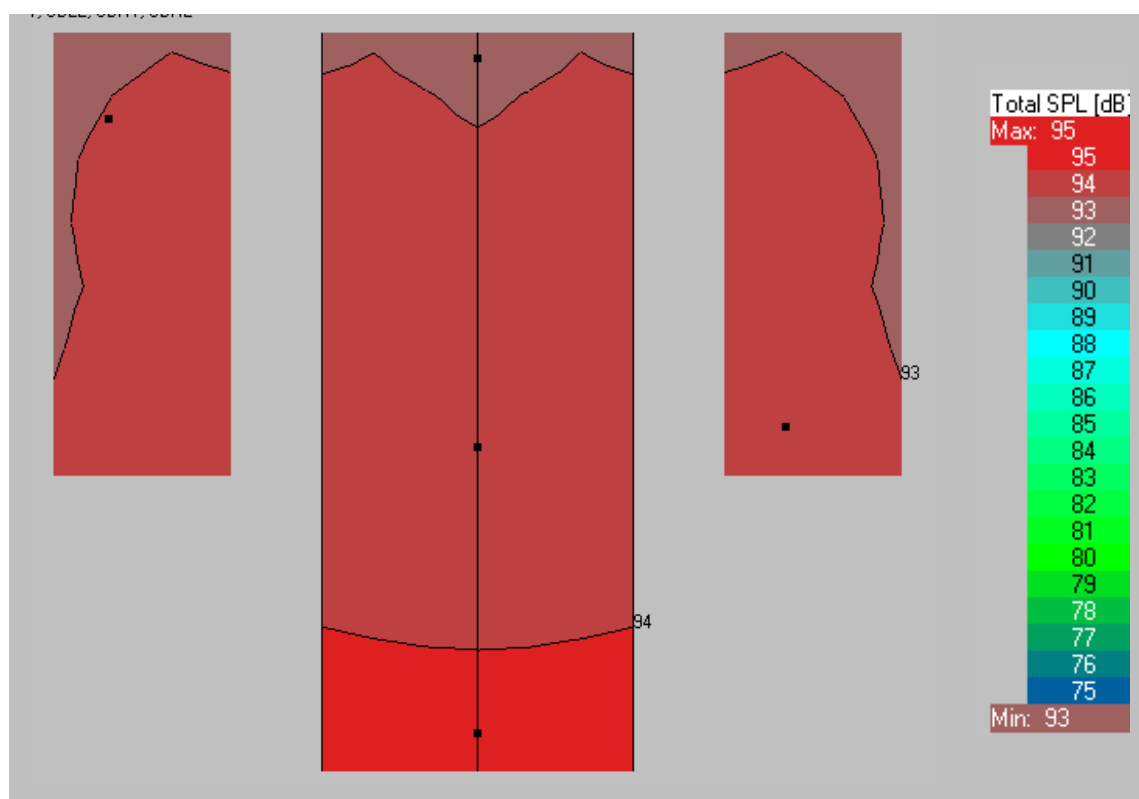


Ilustración 63. Campo sonoro total a media frecuencia (1000Hz).

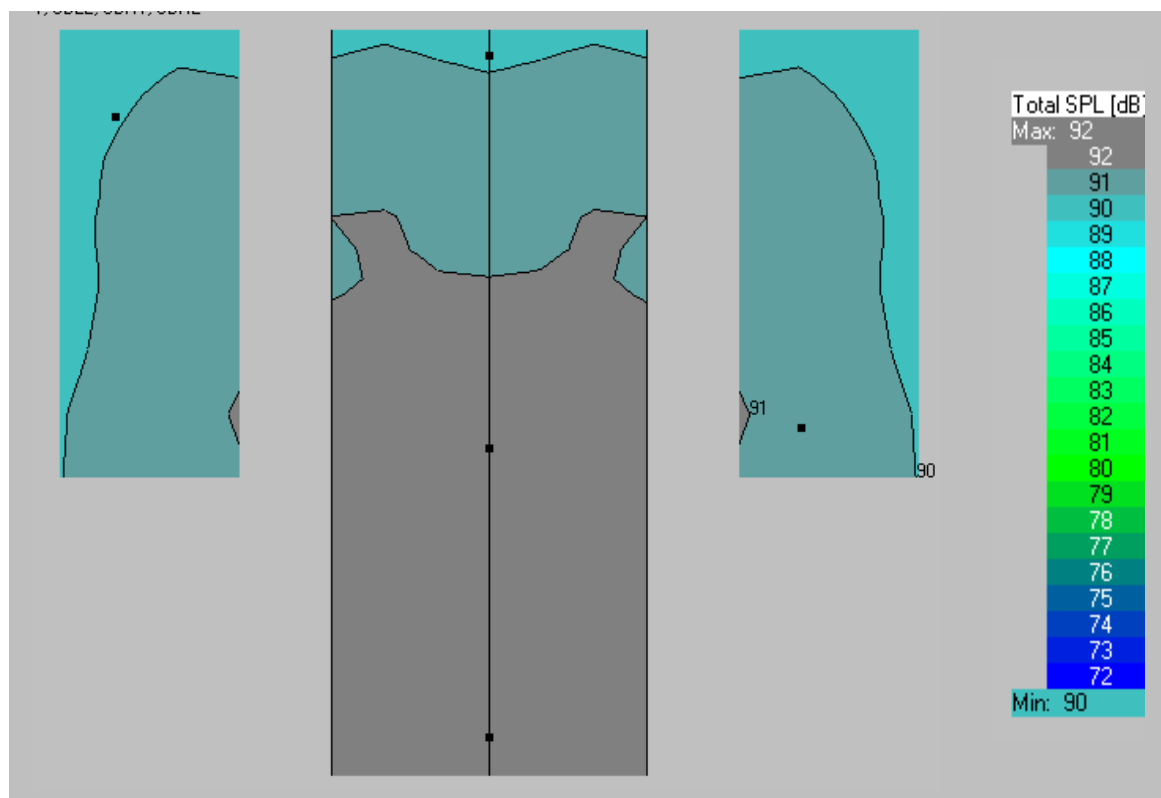


Ilustración 64. Campo sonoro total a alta frecuencia (4000Hz).

Como ya sucedía con la simulación del campo sonoro directo, el campo sonoro total concentra la mayor parte de nivel en la parte más cercana a la pantalla. Para que el nivel no fuera tan elevado cuando la escucha se produce en campo sonoro total, sería necesario reducir la potencia de los altavoces de surround, pero como se verá a continuación, con una escucha en la sala de banda ancha, los niveles que se producen son aceptables y no sería necesario realizar ningún cambio en la configuración de los altavoces de surround.

Para finalizar este apartado, se muestra el campo sonoro total en banda ancha para ver el comportamiento de la sala. La siguiente figura muestra que el nivel de la sala es de 91dB aproximadamente, 3dB más que cuando solo había campo sonoro directo. El recubrimiento es uniforme en toda la sala. Esto es debido a que los niveles de cada una de las bandas son compensados entre sí.

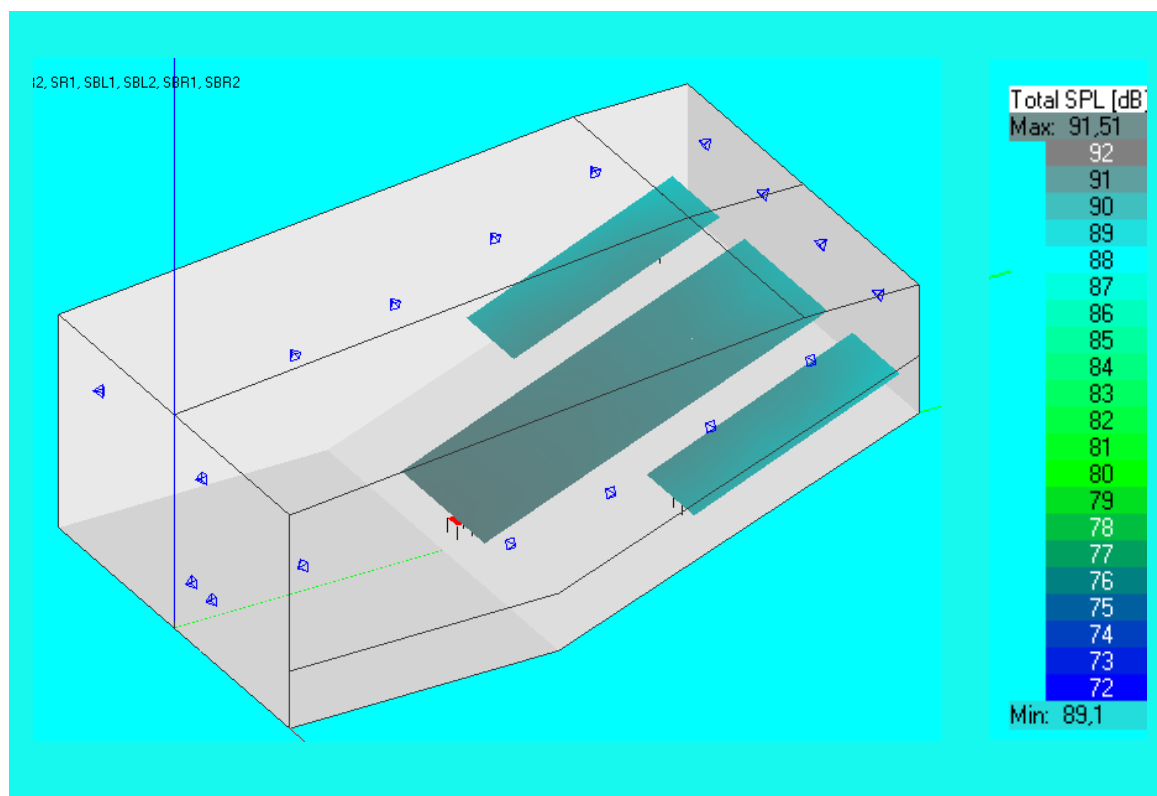


Ilustración 65. Campo sonoro total en banda ancha.

## 18. INTELIGIBILIDAD.

Para conocer la inteligibilidad de la sala los parámetros a estudiar serán los siguientes: índice de articulación (IA), pérdida de articulación de constantes en el habla (ALcons), índice de transmisión de la palabra (STI) y por último la relación entre el campo directo y el reverberante (D/R).

### 18.1 Índice de articulación (IA)

Este parámetro se basa en que la inteligibilidad de la palabra es proporcional a la diferencia media, en dB, entre el nivel enmascarante de ruido y el nivel eficaz de periodo largo en 12dB de la señal de la palabra, tomados a las frecuencias centrales de 20 bandas de frecuencia relativamente estrechas. Dicha proporcionalidad se mantiene siempre que el valor de la diferencia se encuentre entre 0 y 30dB. Las 20 bandas mencionadas anteriormente fueron escogidas ya que contribuían por igual al entendimiento de la palabra. El método exige que se determine la relación señal-ruido en cada una de las bandas. Dicho método tiene en cuenta el crecimiento no lineal del enmascaramiento y los efectos de la dispersión del enmascaramiento que se producen cuando se emplean niveles intensos de ruido o de palabra.

Los valores de este parámetro están comprendidos entre 0 y 1 siendo este último valor el que nos indica que la inteligibilidad es óptima. Para clasificar el valor obtenido se dan a continuación diferentes márgenes para ubicar el IA de la sala.

- Aceptable:  $0,3 < IA < 0,5$ .
- Bueno:  $0,5 < IA < 0,7$ .
- Excelente:  $0,7 < IA < 1$ .

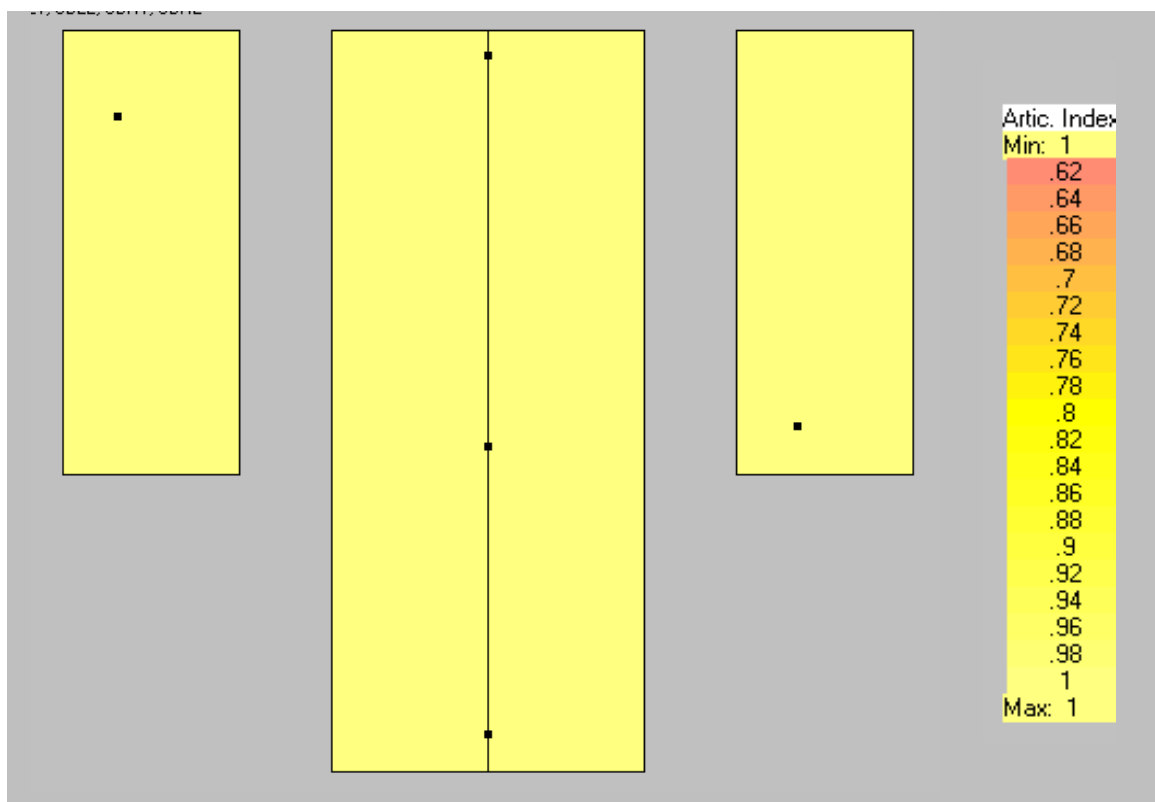


Ilustración 66. Índice de articulación.

Como se ve en la figura anterior el valor obtenido para esta sala es 1 por lo que se puede decir que la inteligibilidad del recinto es excelente.

## 18.2 ALcons

Este parámetro da idea de las pérdidas porcentuales de articulación de las constantes. Se utiliza para medir las cualidades de un recinto y cuantifica la inteligibilidad del habla.

Un ALcons aceptable se encuentra en valores comprendidos entre 0 y 15% siendo este último considerado el máximo valor admisible. El rango de valores en el que se puede clasificar este parámetro es:

- Muy buena:  $0\% < ALcons < 10\%$
- Buena:  $10\% < ALcons < 15\%$

- Insuficiente: ALcons > 15%

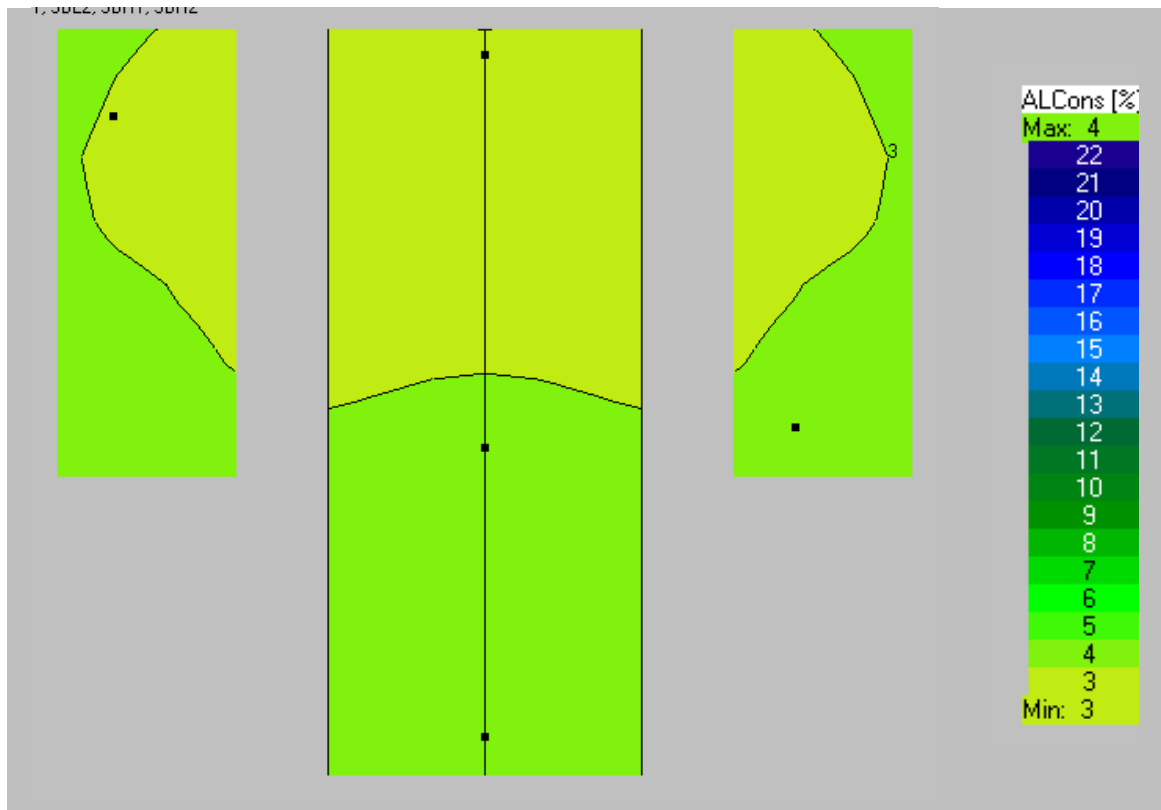


Ilustración 67. ALcons a 1000Hz.

Como se puede comprobar en la figura, el valor del ALcons se encuentra entre el 3% y el 4% por tanto se considera una muy buena inteligibilidad de la sala.

### 18.3 STI

Este valor, al igual que los anteriores, da idea de la inteligibilidad de la sala. Este parámetro depende del nivel de ruido de fondo, del tiempo de reverberación y del tamaño del recinto. Este índice valora la inteligibilidad de la sala por medio de la medida de la degradación de la palabra.

El STI toma valores del 0 al 1. Cuanto mayor sea el valor que tome mejor será la inteligibilidad en la sala. A continuación se muestra el rango de valores en los que se puede clasificar el valor obtenido para la sala.

- Inaceptable:  $0 < STI < 0,3$ .
- Pobre:  $0,3 < STI < 0,45$ .
- Aceptable:  $0,45 < STI < 0,6$ .
- Bueno:  $0,6 < STI < 0,75$ .
- Excelente:  $0,75 < STI < 1$ .

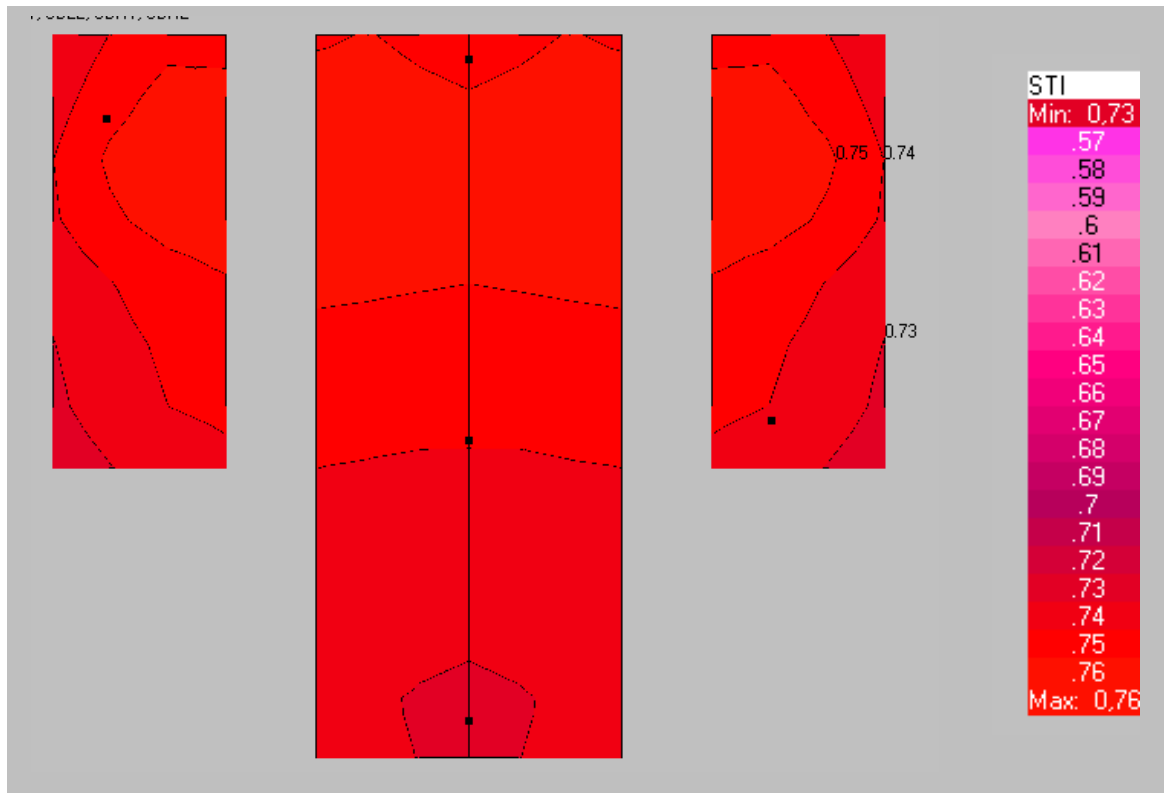


Ilustración 68. STI a 1000Hz.

Como puede verse en la figura, el valor obtenido está comprendido entre 0,73 y 0,76 por tanto se puede considerar una inteligibilidad muy buena.

#### 18.4 D/R

Este parámetro aporta información sobre la relación entre el campo directo y el reverberante en la sala. Cuanto mayor sea el valor del campo reverberante menor será la inteligibilidad por tanto es conveniente que este valor no sea demasiado grande. Tampoco es conveniente que el nivel reverberante sea nulo ya que se perdería el efecto que genera el canal de efectos de baja frecuencia y el canal de surround, por tanto es deseable un valor razonable de nivel reverberante.

El valor de D/R ha de ser superior a -13dB para una frecuencia de 250Hz mientras que para una frecuencia de 1000Hz el valor deberá ser superior a -5dB.

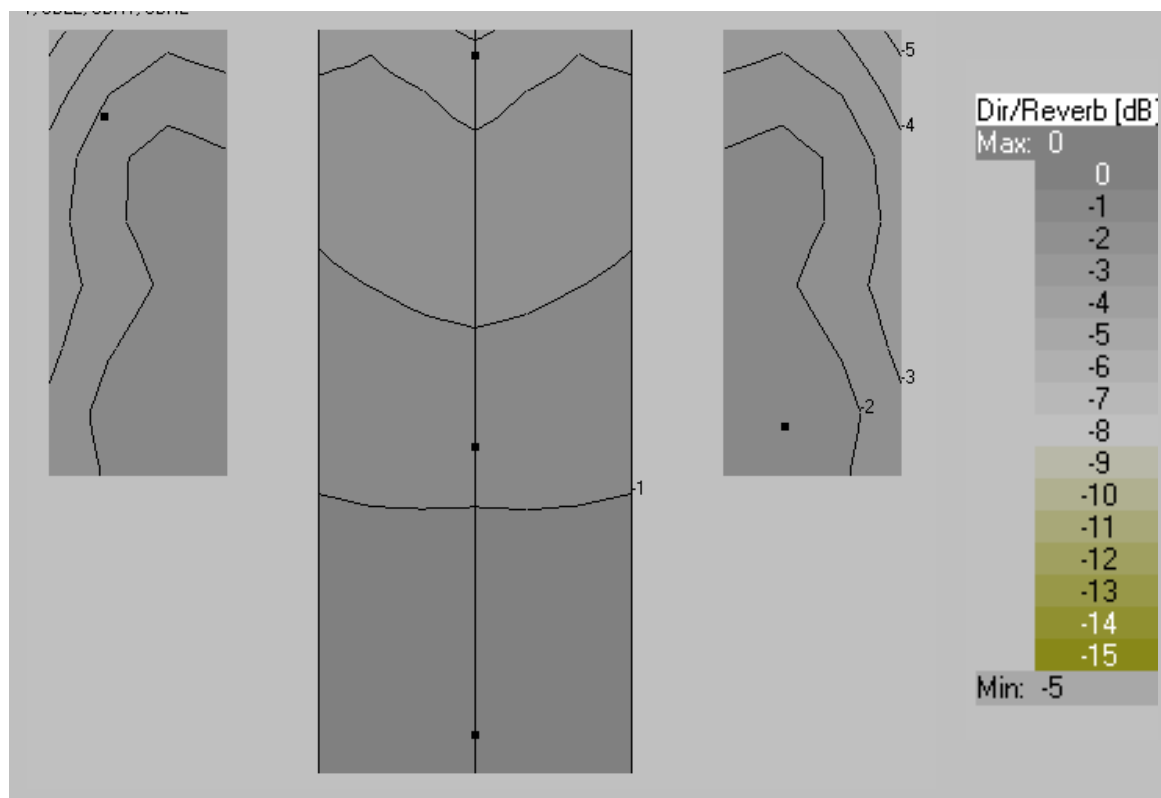


Ilustración 69. D/R a 1000Hz.

Para poder interpretar más claramente la imagen anterior se muestra a continuación el gráfico de la distribución en la sala.

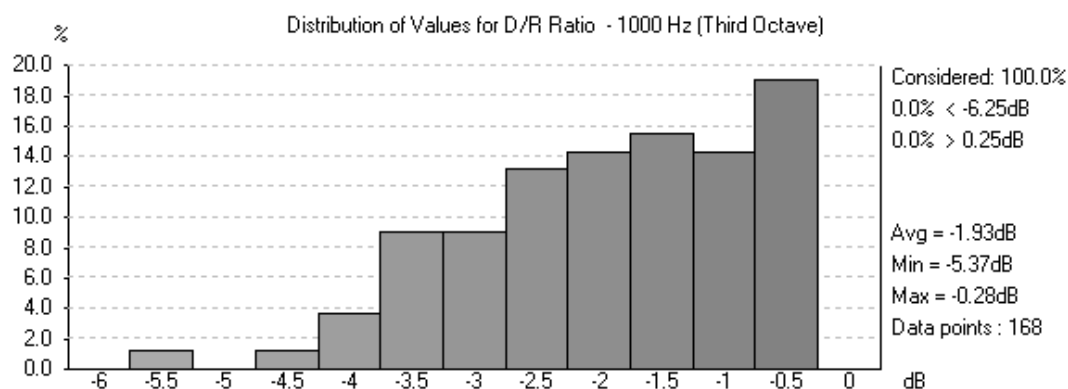


Ilustración 70. Distribución de la relación D/R a 1000Hz.

En esta imagen podemos ver que el mínimo comienza a -5,5dB pero a la vista de la grafica, al igual que para el valor de -4,5dB, tienen un pequeño porcentaje en la sala por eso se considera que se cumple el mínimo.



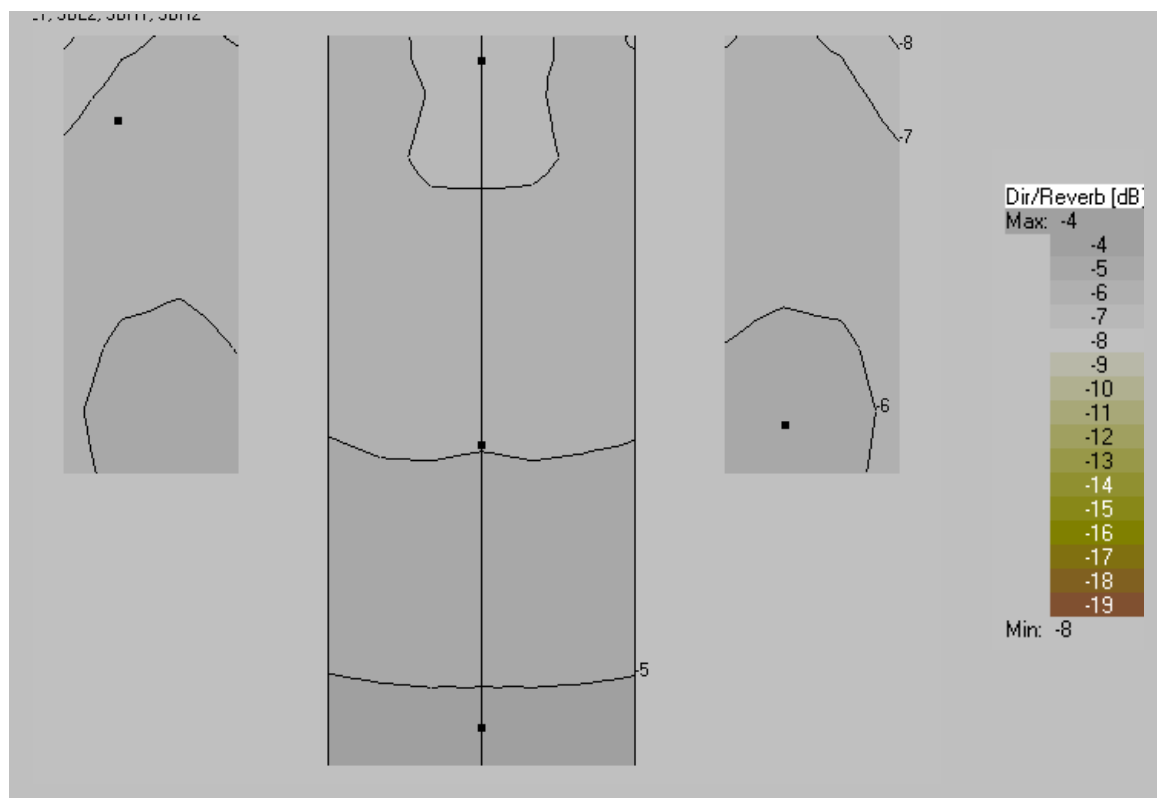


Ilustración 71. D/R a 250Hz.

El valor obtenido para la frecuencia de 250Hz es superior a -8 y para 1000Hz el valor es superior a -5 por lo que el D/R cumple las especificaciones dadas y por tanto la inteligibilidad es buena.

A la vista de los resultados obtenidos en cada una de las medidas realizadas puede concluirse que la sala que ha sido diseñada no tendrá ningún problema en cuanto a inteligibilidad.

## 19. ECOS

En este apartado se van a tratar los ecos que son fenómenos acústicos producidos cuando una onda es reflejada y regresa hacia su emisor. Para que sea percibido es necesario que supere la persistencia acústica, fenómeno por el cual el cerebro interpreta como único sonido dos sonidos diferentes recibidos en un corto espacio de tiempo. Para que el oído perciba estos sonidos como diferentes, ambos han de tener una diferencia de al menos 70ms entre sí para sonidos secos (palabra) y unos 100ms para sonidos complejos.

El deterioro de la percepción debido a ecos depende, además de los retardos de las señales, del nivel relativo entre ellas, de modo que una señal con un gran retardo no sea percibida como molesta si el nivel de la misma es significativamente inferior a la señal directa. La presencia de ecos en la sala supone una pérdida de inteligibilidad en la misma por tanto es importante realizar el estudio de la sala.

Para comprobar si se producen ecos en la sala se utiliza la curva de Doak & Bolt. Esta curva representa el deterioro en la percepción debido a los ecos en función del retardo y del nivel de la señal retardada respecto a la directa pero al tratarse de un efecto psicoacústico depende de las personas y por tanto no asegura una escucha total en cualquier lugar de la audiencia sino que se considera que los valores que se sitúen por debajo de esta curva aseguran una buena escucha en más del 90% de la audiencia.

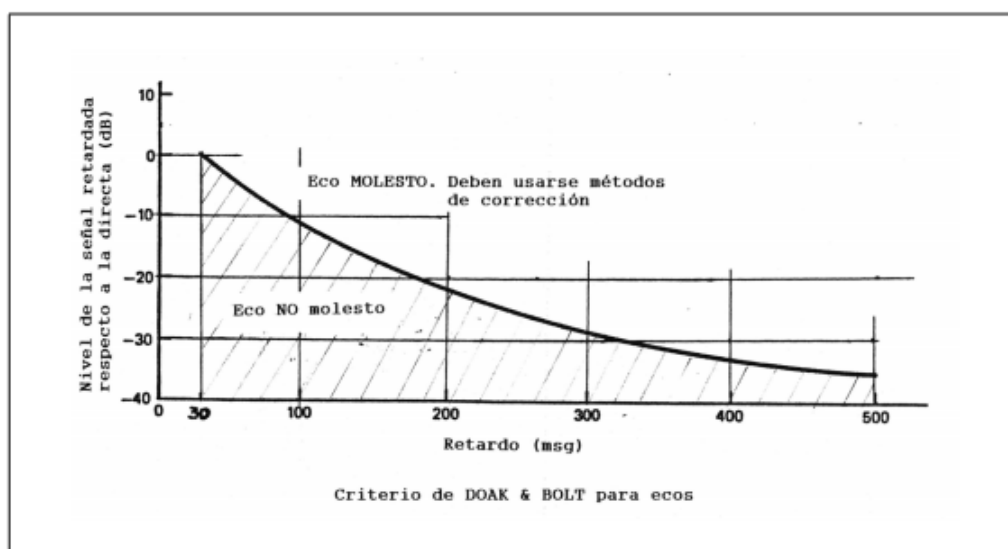


Ilustración 72. Curva Doak & Bolt.

El procedimiento que se ha realizado para saber si se producen ecos en la sala ha sido el siguiente. Mediante la opción “Aura Response” del programa de simulación se han obtenido las respuestas temporales de cada uno de los puntos considerados problemáticos de la sala, en forma de ecograma. De la representación del ecograma se obtienen valores como el valor de la señal directa y la reflejada. Mediante la suma no coherente de ambos valores obtenemos el punto donde se ha de colocar la curva representada anteriormente ajustándola de modo que las frecuencias mostradas en dicha grafica se correspondan con las que aparecen en el ecograma. De este modo, si el ecograma superase en alguno de los puntos la curva, se produciría algún eco molesto, en cualquier otro caso, la escucha en ese punto estaría libre de ecos que disminuyeran la inteligibilidad.

En la siguiente tabla se muestran los niveles directos y reverberantes de cada uno de los puntos designados en la sala así como la suma no coherente de cada punto.

Punto	Nivel directo (dB)	Nivel reflejado (dB)	Nivel total (dB)
P1	90,8	94,2	95,8
P2	87,4	92,3	93,5
P3	87,9	92,2	93,6
P4	90,0	93,5	95,1
PD	90	93,5	95,1

Tabla 21. Nivel total en cada uno de los puntos de audiencia.

A continuación se exponen los ecogramas obtenidos en cada punto. En ellos se pueden ver impactos de diferentes colores correspondiéndose los rojos a los directos y los verdes a las reflexiones. Sobre ellos se ha superpuesto la curva de Doak y Bolt obteniendo los siguientes resultados.

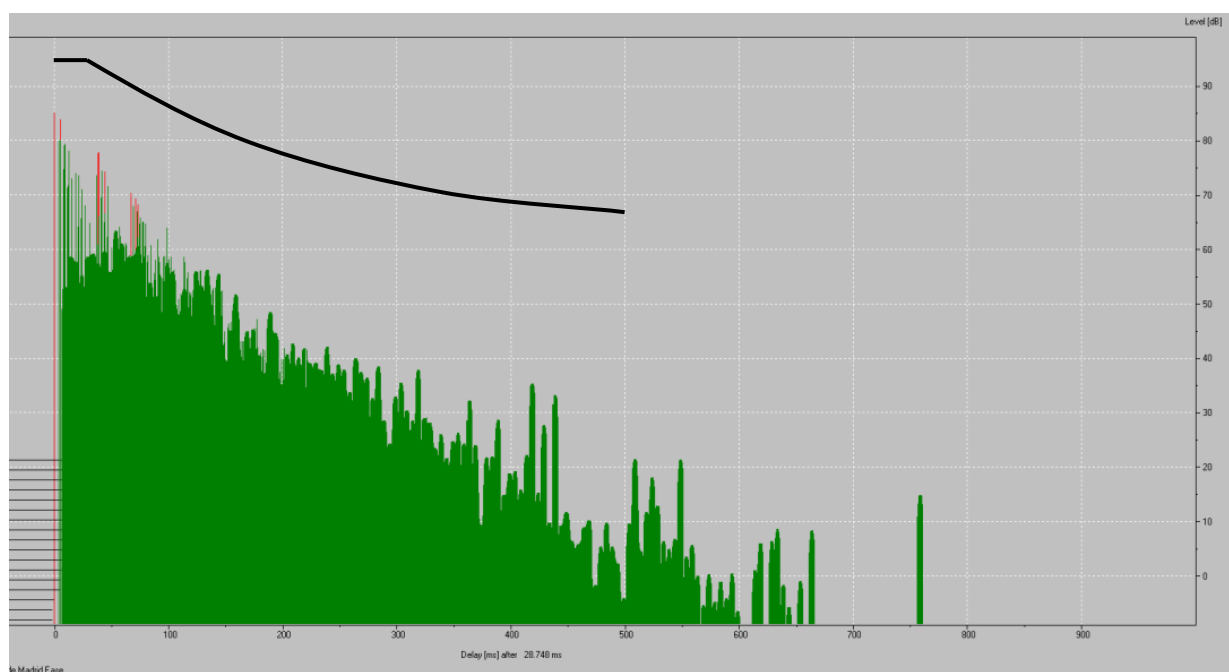


Ilustración 73. Ecograma correspondiente al punto 1.

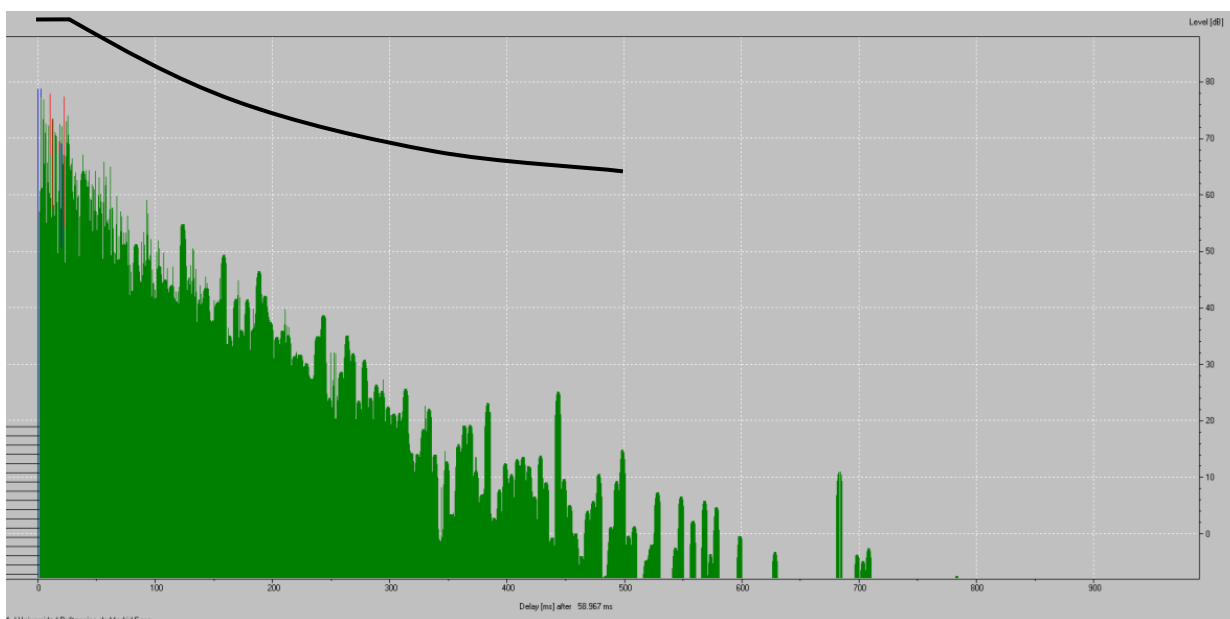


Ilustración 74. Ecograma correspondiente al punto 2.

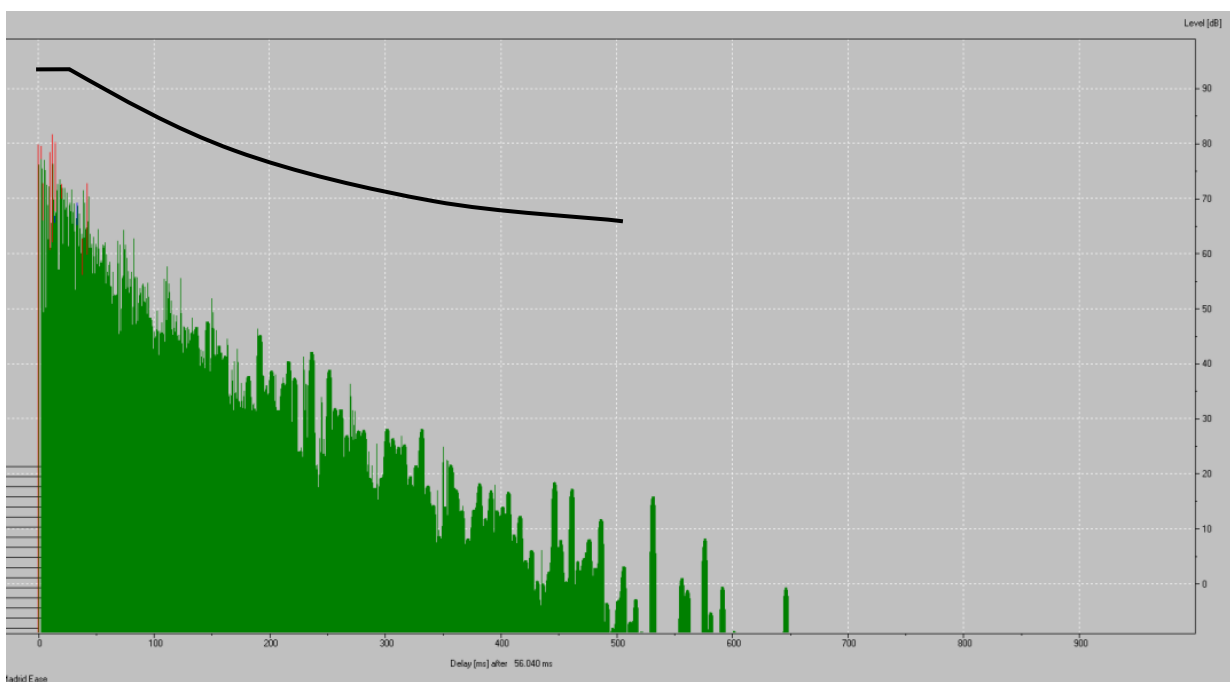


Ilustración 75. Ecograma correspondiente al punto 3.

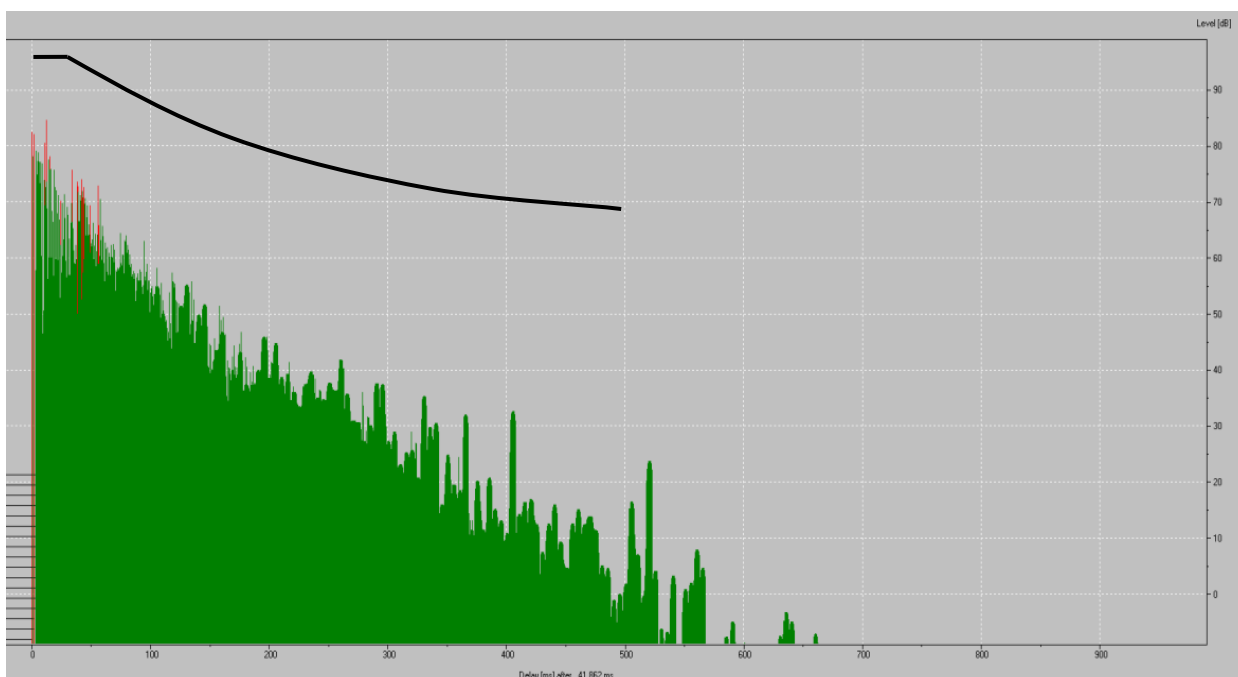


Ilustración 76. Ecograma correspondiente al punto 4.

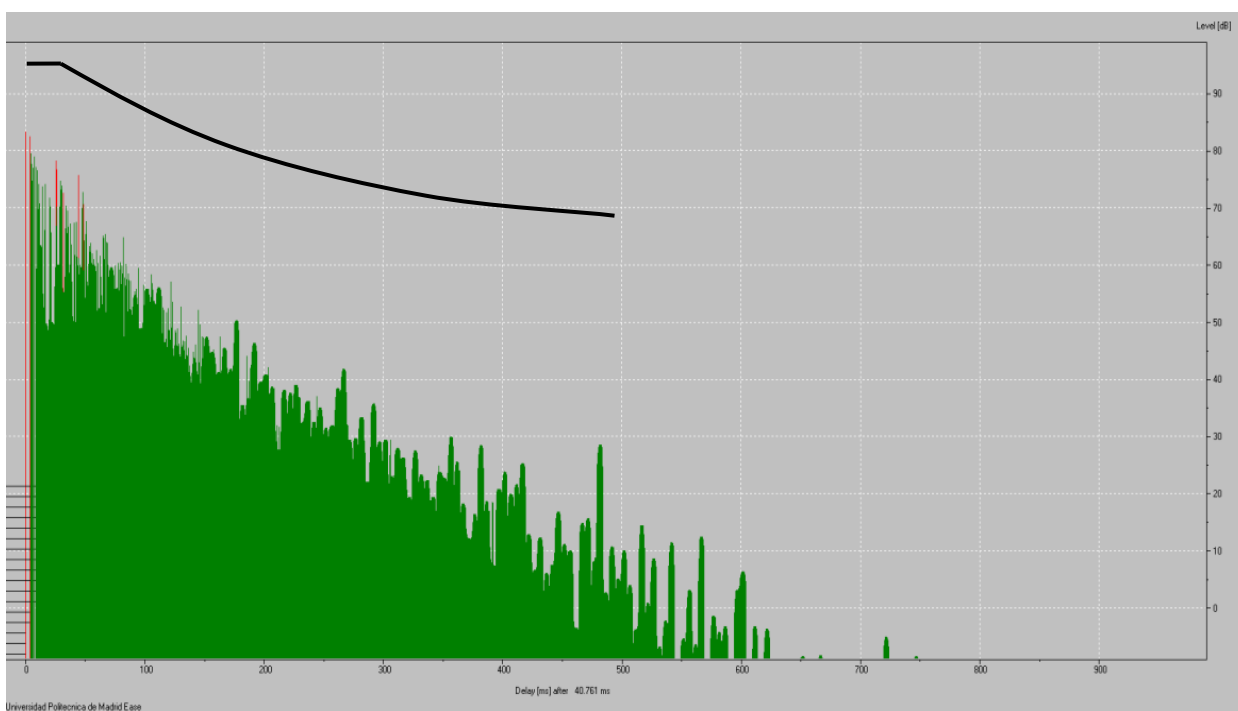


Ilustración 77. Ecograma correspondiente al punto dulce.

A la vista de los resultados obtenidos se puede concluir que no se producen ecos molestos en ninguno de los lugares de audiencia de la sala.

## **IMAGEN**

## 20. CINE DIGITAL

El cine digital se caracteriza por utilizar la tecnología digital para grabar, distribuir y proyectar películas. Se basa en un sistema de presentación de alta calidad (servidor + proyector) que cumple con los estándares y especificaciones globales aprobados. Este sistema posee una clara ventaja frente al sistema analógico anterior. El continuo pase de películas de 35 mm puede generar desgaste, suciedad, descompensación, etc. Sin embargo en el nuevo sistema digital todo es perfecto, lo que genera una mayor calidad. Este nuevo sistema permite también la reproducción de cine 3D con gran calidad de proyección. Otra de las ventajas es que los bordes de proyección son totalmente nítidos y la película es absolutamente homogénea de principio a fin. Por otro lado, en el cine digital, el sistema de audio no tiene compresión alguna y para la imagen se usa compresión Jpeg 2000 o en algunos casos compresión MPEG 2.

La película digital que se recibirá en el servidor se llama DCP (Digital Cinema Package). Este DCP consta de un archivo o grupo de archivos que engloban la película digital y la información asociada (diferentes capas de subtítulos, múltiples audios y formatos de imagen; flat, full y scope). En la imagen siguiente se representa una breve explicación del funcionamiento de este tipo de cine (Data Centric Mode) comparándolo con el anterior cine analógico (Film Centric Mode).

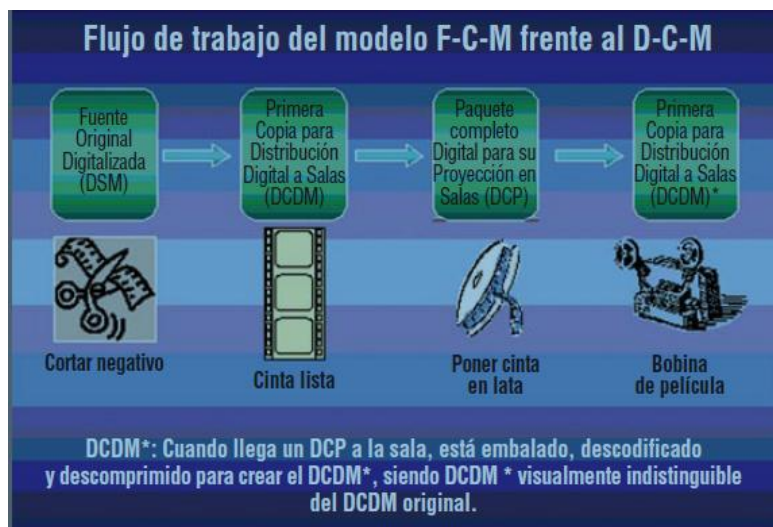


Ilustración 1. Flujo de trabajo del modelo FCM (analógico) comparado con el DCM (digital).

Mientras que para el cine analógico (35 mm) solo había un nivel de calidad, en este nuevo tipo de cine tenemos dos niveles de calidad posible de DCP, 2K y 4K. El 2K corresponde a una resolución de imagen de 2048 x 1080 mientras que el 4K es de una resolución de 4096 x 2160.

Niveles	Nº de píxeles horizontales	Nº de píxeles verticales	Relación de aspecto	Relación de aspecto de píxel
1	4096	1714	2:39	1:1
2	3996	2160	1:85	1:1
1	2048	858	2:39	1:1
2	1998	1080	1:85	1:1

Debido a que el cine digital puede trabajar con estas dos resoluciones, podrán utilizarse proyectores de uno u otro tipo y los servidores tendrán que ser capaces de trabajar también con estas mismas resoluciones, de tal forma que los servidores para proyectores de 2K serán capaces de extraer y proyectar archivos de 2K a partir de DCP de 2K o 4K. De la misma forma, los servidores para proyectores de 4K podrán proyectar el DCP completo de 4K y serán capaces también de reclasificar un DCP que contenga únicamente un archivo de 2K.

### 20.1 Sistemas de sala

Este sistema incluye todo el equipamiento necesario para realizar la proyección dentro de la sala. Incluye servidor de seguridad y almacenamiento, proyector, sistema de sonido, conexión de transferencia del DCP, automatización de la sala, interfaces, sistema de gestión de pantalla (SMS) y sistema de gestión de sala (TMS).

El sistema de gestión de sala controla, supervisa y ofrece información de todo el equipo que está en la sala mientras que el sistema de gestión de pantalla es el interfaz humano que se encarga de las operaciones de reproducir, detener, pausar, seleccionar y editar una lista de reproducción. Se dispondrá de un sistema de gestión de pantalla para cada sala y un sistema de gestión de sala en el caso de multicines.



Ilustración 2. Esquema conexionado.



## 20.2 Masterización

Consiste en la preparación del DSM (fuente original digitalizada). Se puede realizar de las siguientes maneras. Con un contenedor de 2048 x 1080 basado en archivo o bien con un contenedor de 1920 x 1080 basado en tiempo real, donde la película se transfiere al disco duro desde una máquina de Telecine. El color se corrige utilizando un proyector de cine digital y una salida de archivo en formato DSM.

## 20.3 Primera copia para distribución digital a salas (DCDM)

Se toma el DSM y se prepara para su compresión en los siguientes formatos:

- 2.35:1, 2048 x 858 → JPEG 2000. Se utiliza un contenedor de 2048 x 1080
- 2.35:1, 1920 x 818 → MPEG 2. Se utiliza un contenedor de 1920 x 1080
- 2.35:1, 1280 x 735 → MPEG 2 (proyección en un 1.3 K). Se utiliza un contenedor de 1920 x 1080.

## 20.4 Paquete de cine digital (DCP)

Una vez que se ha comprimido la imagen se cifra y se envía justo con el resto de componentes necesarios para la reproducción de la película. El DCP incluye pistas de sonido envolvente, pistas de lenguaje, pistas de audiodescripción, subtítulos y los ajustes necesarios para la presentación. El envase utiliza MXF (Media Exchange Format) que es un estándar SMPTE.

# 21. CINES 3D

## 21.1 Sistema visual humano

Para poder comprender el funcionamiento del 3D es necesario comprender como funciona el sistema visual humano.

Este sistema es un sistema binocular. Es decir los seres humanos disponemos de dos sensores (ojos) que van a captar una misma imagen pero con puntos de vistas distintos. Posteriormente el cerebro será el encargado de interpretar la información percibida por cada ojo y dar la sensación de profundidad. A este proceso se le denomina visión estereoscópica.

Al observar un objeto cercano, los ojos giran para que los ejes ópticos estén alineados con el mismo, a la vez, se produce el enfoque para poder ver nítidamente al objeto. A todo este proceso se le denomina fusión.

Por otro lado resulta muy importante es la separación entre los ojos. A mayor separación, mayor será la distancia en la que se aprecia el efecto relieve.

El sistema 3D debe ser capaz de reproducir el sistema visual humano para poder crear esta sensación de relieve y profundidad.

## 21.2 Orígenes del 3D

Los primeros estudios sobre el sistema binocular humano los encontramos en los estudios realizados en su época por *Euclides* y *Leonardo da Vinci*. Aunque los primeros dispositivos aparecieron en 1838 con un aparato construido por el físico escocés *Sir Charles Wheatstone* en el que se apreciaba este tipo de visión estereoscópica.

En 1895 los *Hermanos Lumiere* proyectan públicamente sus primeras películas y por lo tanto se produce el nacimiento del cine. Entre 1890 y 1920 se comienzan a realizar diferentes pruebas para el sistema cinematográfico 3D, los pioneros en esta investigación serán gente como: William Friese-Greene, Frederick Eugene Ives, Edwin S. Porter y William E. Waden.

Será en 1922 cuando se proyecta el primer largometraje en 3D “The Power of Love” en las salas comerciales de Los Ángeles. El productor *Harry K. Fairall* y el camarógrafo *Robert F. Elder* utilizaron el método de doble proyección, donde la imagen era separada en los colores rojo y verde y cada color era captado solo por un ojo mediante unas gafas con cristales rojo y verde.

Este formato de cine 3D fue utilizado en la Alemania Nazi por el Ministerio de Propaganda de *Goebbels*. Fue en 1935 donde este tipo de cine se introdujo en la sociedad a través de una serie de cortos de la Metro Golden Mayer, rodados en 3D, o la presentación de *Luis Lumiere* en Europa de su film “Llegada del tren”, que se había vuelto a rodar con cámara estereoscópica.

El mundo del cine cambió con la llegada del color. Anteriormente, aunque las películas se rodaban en color, la separación de la imagen en rojo y verde hacía que los espectadores la vieran en blanco y negro. Con la llegada de los filtros polarizados de Polaroid, todo esto cambia y las gafas de cristales rojo y verde son sustituidas por gafas con este tipo de filtros que permite la aparición del cine 3D en color. De este modo se permitía que un ojo viera las imágenes emitidas en una luz polarizada y el otro viera las imágenes emitidas en otra luz polarizada. El problema radicaba en que este tipo de películas eran reproducidas con dos proyectores distintos sobre la misma pantalla, lo que generaba bastantes problemas de sincronización, además de que cualquier cambio que se hiciera en una cinta debía realizarse también la otra. Por otro lado, eran necesarios dos operadores y la utilización de pantallas de cine metálicas para mantener la polarización.

Este problema de sincronización fue solventado en 1970 gracias a la aparición de un nuevo sistema, desarrollado por Stereo-Vision, en la que las imágenes eran comprimidas una al lado de la otra en una misma tira de película de 35 mm y proyectada con una lente anamórfica a través de filtros Polaroid.

En los años 80 aparece un nuevo formato, el IMAX 3D, que en su momento no tuvo mucho éxito, pero que en los inicios del nuevo milenio fue de nuevo utilizado por el director James Cameron en su película “Ghosts of the Abyss”, que fue el primer largometraje en editarse en este formato en 2003.

### 21.3 El cine 3D en la actualidad: DIGITAL 3D

Actualmente existen varios sistemas utilizados en el cine 3D. Los tres sistemas más utilizados son: el Dolby 3D, el Real D y el XpanD y menos utilizado el IMAX 3D. Los dos primeros sistemas están basados en luz polarizada que se deben filtrar con ayuda de las gafas. El XpanD utiliza gafas activas y no existe filtro para separar las imágenes. A continuación se hablará de cada uno de estos métodos.

#### 21.3.1 Dolby 3D

El sistema Dolby 3D utiliza un proyector Dolby para cine digital que puede reproducir películas tanto en 2D como en 3D. Este sistema está basado en una tecnología de Infitec llamada división espectral. Para el caso de películas 3D este tipo de proyectores cuenta con otra rueda de colores R, G, B a parte del que llevaría un proyector normal.

Este nuevo set de filtros produce el mismo gamut de colores que los producidos por el set de filtros normal pero con diferentes longitudes de onda. De forma que a cada ojo le llegará el mismo color pero con longitudes de ondas diferentes. En el proyector se coloca una lente especial que gira de manera sincronizada para filtrar los fotogramas correspondientes a cada ojo.

	ROJO	AZUL	VERDE
OJO DERECHO	615 nm	518 nm	432 nm
OJO IZQUIERDO	629 nm	532 nm	446 nm

Tabla 1. Longitudes de onda para cada ojo en Dolby 3D.

El sistema de gafas utilizado es estático. En las lentes de las gafas se encuentran los filtros complementarios. Al ojo derecho le llegará una longitud de onda ligeramente inferior al

percibido por el izquierdo. Esta diferencia apenas es apreciable aunque tiende a irse al verde en el caso del ojo derecho y al rojo en el ojo izquierdo.

La tasa de reproducción de este sistema es de 144 imágenes/segundo (72 imágenes/segundo para cada ojo).

Este sistema tiene algunos inconvenientes como por ejemplo la dificultad de ponerse estas gafas encima de unas de vista, además, debido al sistema de 50 filtros que incorporan, este tipo de gafas son caras. En cuanto al proyector, en Dolby 3D, es necesario emitir con el doble de potencia para conseguir el mismo efecto que en una proyección de dos dimensiones.

Sin embargo este tipo de sistemas es utilizado por muchos cines, sobre todo por aquellos que utilizaban tecnología 2D y quieren pasarse al 3D, ya que no es necesario cambiar el tipo de pantalla.

### 21.3.2 RealD

En este tipo de sistema tenemos un proyector que emite alternativamente las imágenes que tienen que ir al ojo izquierdo y al ojo derecho. Para conseguirlo, el proyector cuenta con una lente polarizada de cristal líquido que será capaz de polarizar la luz que pasa a través de él. Este emite una luz con una polarización de  $45^\circ$  respecto a la horizontal y la otra luz con una polarización de  $-45^\circ$ . De esta forma se irá ofreciendo una imagen ligeramente diferente para cada ojo, dando así la sensación de profundidad. Esta polarización de la lente irá cambiando de forma sincronizada con la imagen.

Las gafas serán las encargadas de filtrar las imágenes que corresponden a cada ojo. La polarización de la imagen se realiza de forma circular de forma que el espectador puede mover la cabeza libremente sin perder la sensación de profundidad.

La pantalla a utilizar no puede ser una convencional, se necesita una pantalla que absorba muy poca luz y que no altere la forma en que la luz está polarizada. Es por ello, que para este tipo de sistemas son utilizadas pantallas plateadas.

En cuanto a la tasa de reproducción, tanto en cine 3D como en 2D hay que evitar el parpadeo en la pantalla. En el cine actual en dos dimensiones reproduce 24 imágenes/segundo, sin embargo para que el espectador no perciba parpadeo, la tasa de reproducción no debe ser inferior a 40 imágenes/segundo. La solución es ofrecer al espectador cada frame repetido 2 veces, de esta forma se consigue una tasa de reproducción de 48 imágenes/segundo, evitando así el parpadeo.

RealD sigue la misma filosofía. En este caso, para que no se produzca parpadeo la tasa de reproducción no deberá ser inferior a 80 imágenes/segundo, ya que tendremos dos imágenes distintas para cada ojo. Si como en el caso anterior, se ofreciera la señal repetida dos veces en cada ojo, obtendríamos una tasa de 96 imágenes/segundo, mayor que las 80 mínimas para que no haya parpadeo. Para huir más de este límite, realD va a reproducir a 144 imágenes/segundo, es decir las imágenes de cada ojo aparecerán repetidas 3 veces.

Cada ojo verá, por tanto, 72 imágenes/segundo, esta frecuencia de 72 Hz será la que utilizará el polarizador de la lente del proyector para polarizar la luz.

Este sistema tiene claras ventajas con respecto al anterior, por ejemplo, la forma de polarizar la luz, reduce considerablemente el efecto de “imagen fantasma” producido cuando el ojo izquierdo ve imágenes del derecho y viceversa. Además el realD hace que sea más complicada la grabación de las películas con dispositivos personales, ya que estas no captarían el efecto 3D y a parte el resultado sería desastroso ya que grabaría tanto las imágenes del ojo derecho como del izquierdo.

En cuanto al proyector, solo es necesario realizar unas modificaciones si el proyector es digital.

El único inconveniente es la necesidad de utilizar una pantalla especial y que al utilizar dos polarizadores (proyector y gafas) la imagen captada por el ojo se oscurece.

### 21.3.3 XpanD

El sistema XpanD se diferencia de los dos anteriores en que usa gafas activas. Es decir, en el proyector no hay ningún filtro que separe las imágenes, es la propia gafa la que activa para cada ojo la señal correspondiente. Estas gafas se coordinan con el proyector mediante un emisor infrarrojo que hay colocado en la sala.

En este sistema el proyector reproduce a 48 imágenes/segundo (24 para cada ojo).

Las gafas son bastante grandes ya que vienen con electrónica por dentro, por lo que hay que estar atento para que no se agote la batería. Además hay que tener en cuenta la limpieza de las lentes. Todo esto hace que este sistema sea más costoso aunque por otro lado, es el sistema que da mayor sensación de profundidad. Tampoco necesita una pantalla especial como en el caso anterior.

Este sistema es el más utilizado en Europa.

#### 21.3.4 IMAX 3D

IMAX 3D es la versión estereoscópica del sistema IMAX. Existen dos tipos: digital y analógico. En este sistema se emplean dos películas de 65 mm, una para cada ojo. Se pueden utilizar dos métodos de filmaciones diferentes, utilizando dos cámaras o con cámaras especialmente diseñadas.

- Utilizando dos cámaras: debido al gran tamaño de las cámaras, lo que se hace para conseguir la separación interocular, es colocar una encima de la otra formando un ángulo de 90º entre ellas. Una de ellas toma la imagen de un espejo de 50% de reflexión y 50% de transmisión, con un ángulo de 45º. El problema de este montaje es que no permite utilizar objetivos gran angulares.
- Cámara especial IMAX: dispone de dos objetivos con una separación de 70 mm que corresponde más o menos a la distancia interocular. Esto permite utilizar cualquier tipo de objetivos.

Se utilizan dos proyectores con diferentes filtros polarizadores sobre ellos, las dos películas se proyectan al tiempo y junto con las gafas polarizadas se consigue la sensación tridimensional.

Este sistema ha obtenido mucha fama debido a la alta calidad de imagen del sistema analógico. No ocurre lo mismo con el sistema digital que ha tenido muy poca aceptación debido a su baja calidad de imagen.

Como se ha mencionado anteriormente la tecnología RealD presenta mayor calidad que el Dolby Digital ya que en RealD se evita la formación de imágenes fantasma, además el hecho de que con esta tecnología se haga imposible la grabación dentro del cine evitando así el pirateo hace que sea una tecnología muy adecuada para nuestro cine. Por otro lado, como se ha mencionado anteriormente, son mucho más cómodas de utilizar las gafas de RealD que las de Dolby Digital.

La tecnología XpanD sería también una buena opción, pero el hecho de que utilice gafas activas hace necesario el mantenimiento de todas ellas y aumenta mucho el presupuesto de la sala, además hay que tener en cuenta que si estas gafas se le rompen a un espectador en medio de la película este no podría ver bien la película y nadie se daría cuenta de ello, únicamente el individuo en cuestión. También hay que tener en cuenta el posible robo de

estas por cualquier individuo con la perdida de dinero que ello supone. Es mucho más fácil el mantenimiento de un proyector y una pantalla que el de 200 gafas activas.

Por todo ello y aunque suponga la instalación de una pantalla especial se ha decidido finalmente utilizar la tecnología RealD para el diseño del cine, luego la elección de la pantalla y el proyector se harán en función de este sistema y de las normas establecidas por el SMPTE.

## **EQUIPAMIENTO**



## 22. EQUIPOS DE SONIDO

Para que la escucha en la sala sea posible es necesario que los altavoces colocados en la sala estén conectados a etapas de potencia. Antes de llegar a este punto, la señal procedente de la película tiene que pasar por un procesador que para separar los canales y enviarlas a cada uno de los amplificadores para que posteriormente sean direccionadas a los diferentes altavoces.

### 22.1 Procesador

El procesador es un elemento fundamental en el sistema de cine digital. Este dispositivo proporciona el control de audio para cualquier servidor de cine digital y el que conecta la parte de sonido con la parte de audio. El procesador se conecta a la salida del proyector uniendo así los elementos de audio con los de video. En este caso se ha seleccionado para ser instalado en la sala el CP750 de Dolby.



Ilustración 1. Procesador CP750 Dolby.

Con un software fácilmente configurable se puede seleccionar cualquier tipo de formato de sonido cinematográfico existente.

La sala está pensada para un sonido Dolby Digital Surround EX por lo que el procesador obtiene la señal de audio en 6.1 proporcionando a la salida una señal analógica. Además, el procesador permite introducir retardos, realizar ajustes de nivel y cuenta con un ecualizador paramétrico.

### 22.2 Monitor de sistema

El monitor de sistema se utiliza para distribuir la señal procedente del procesador a cada uno de los amplificadores que se conectan a los altavoces. Se ha seleccionado el monitor DSi 8M de la marca Crown.



Ilustración 2. Monitor de sistema DSi 8M.

El monitor nos permite obtener por separado las señales necesarias para la configuración elegida para la sala, 6.1.

### 22.3 Amplificadores

Los amplificadores elegidos son de la serie DSi, también de la marca Crown. Todos los amplificadores de esta serie incluyen filtros de ecualización, posibilidad de introducir retardo y limitación de la salida. Los amplificadores que se han seleccionado han sido los siguientes:

- DSi 1000. Se colocaran tres de estos amplificadores, uno para cada altavoz de pantalla. Se colocara uno más para dos de los altavoces de surround que llevan el mismo retardo que los altavoces traseros.



Ilustración 3. Amplificador DSi 1000.

- DSi 2000. Son los amplificadores seleccionados para conectar los altavoces de surround. Se utilizaran dos, uno para los canales laterales y otro para el canal trasero.

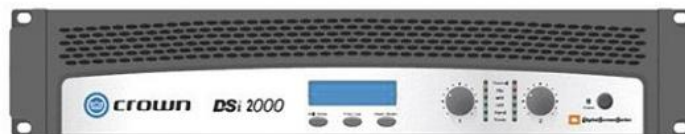


Ilustración 4. Amplificador DSi 2000.

- DSi 4000. Para los altavoces subwoofer. Se utilizara solo uno para los dos altavoces colocados en la sala.

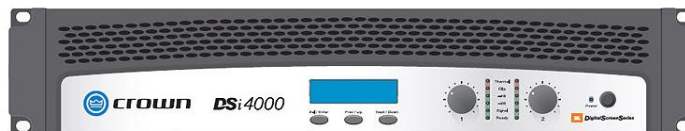


Ilustración 5. Amplificador DSi 4000.

### 22.4 Altavoces

Como ya se mencionara en el apartado Estudio electroacústico, los altavoces que se han seleccionado para la sala han sido los siguientes:

- JBL 3678. Es el altavoz elegido para los canales de pantalla. Ofrece una calidad de sonido natural para la música y el dialogo en cines pequeño tamaño. Puede ser

utilizado tanto en modo pasivo usando su base de red o en un sistema bi-amplificado. La profundidad de la caja es pequeña para reducir al mínimo el espacio requerido detrás de la pantalla.

La sección de lata frecuencia consiste un JBL 2426 de compresión de titanio puro y una bocina bi-radial 2342. El diafragma de titanio del 2426 asegura el sonido natural y la fiabilidad obligatoria para salas cinematográficas. La bocina 2342 ofrece una cobertura suave y uniforme en toda la sala.



Ilustración 6. JBL 3678

- JBL 8340A. Se han instalado un total de 12 altavoces de este modelo. Son los que se utilizan para los canales de surround. Ofrece una alta potencia y un gran alcance. Su potencia de 250 vatios de potencia continua (1000 vatios pico) proporcionar un rango dinámico ampliado con una fiabilidad absoluta.



Ilustración 7. JBL 8340A.

- JBL 4642A. para los altavoces de efectos de baja frecuencia se ha elegido este modelo. Es un sistema de subwoofer de alta calidad que cuenta con una tecnología avanzada. Los transductores de baja frecuencia montados en un radiador directo y con bass-reflex para una respuesta suave a las más bajas frecuencias audibles.



Ilustración 8. JBL 4642A.

## 23. ESQUEMA SONIDO

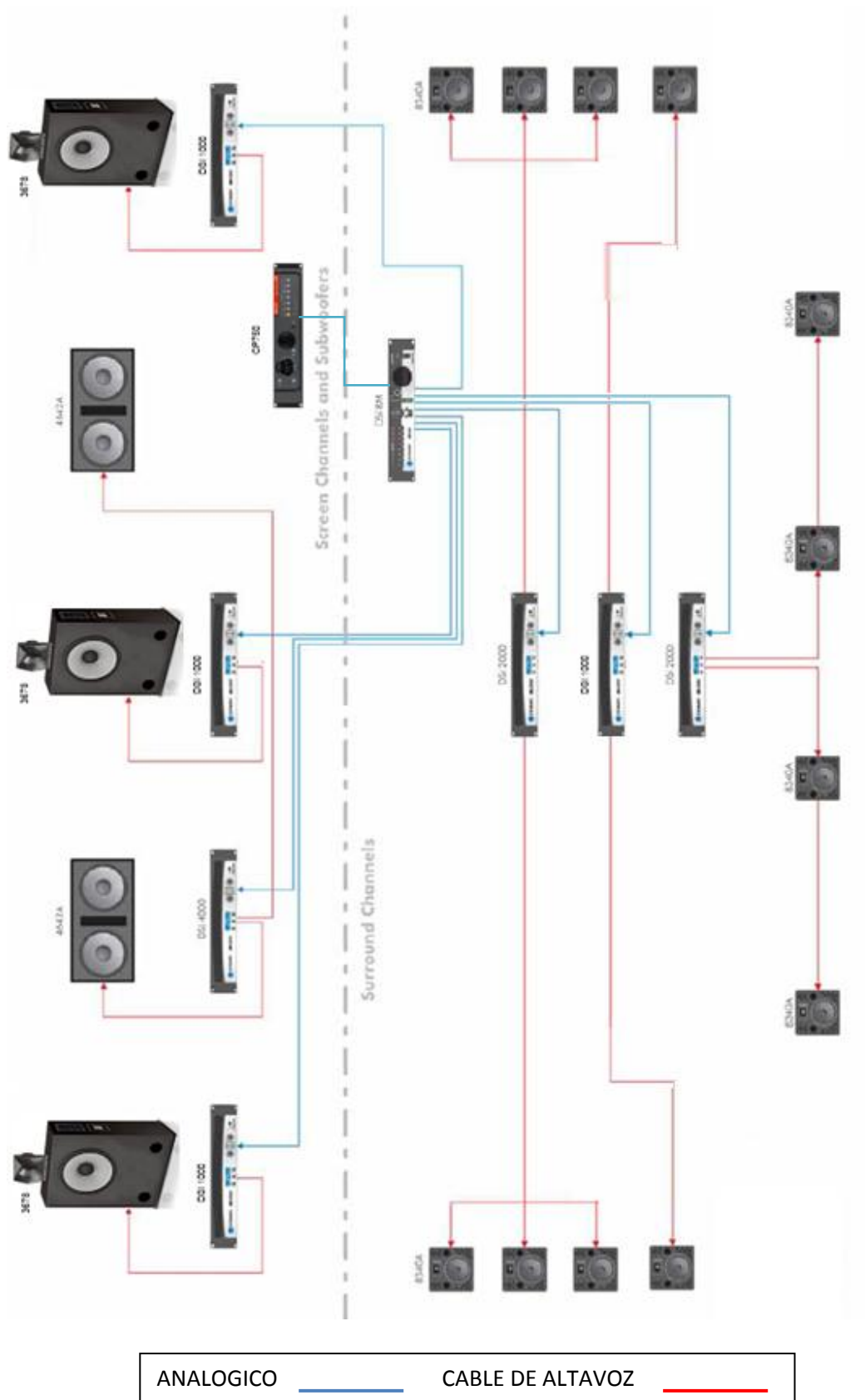


Ilustración 9. Esquema del conexionado de los equipos de audio.

## 24. EQUIPOS DE IMAGEN

Para que el video en el cine funcione adecuadamente es necesario conectar un servidor a un proyector 3D. Para que los espectadores puedan ver con total claridad las proyecciones es necesario tener una pantalla adecuada y unas gafas adecuadas para el visionado.

### 24.1 Servidor

Se ha elegido el servidor SA 2100A de GDC. Este servidor se puede integrar sin problemas en proyectores de las Series 2 DLP Cinema y además ofrece un receptor-descodificador 3D integrado para realizar transmisión en vivo en 3D. Además este servidor es compatible con la tecnología RealD para 3D. Este servidor cuenta con un alto rendimiento técnico, seguridad de contenido y requisitos de control de calidad tal y como especifica el DCSS (Digital Cinema System Specification)



Ilustración 10. Servidor SA-2100A.

### 24.2 Proyector

Se necesitará de un proyector digital especial capaz de reproducir imágenes 3D. Estos proyectores 3D para realD necesitarán de un filtro de polarización delante del objetivo que ajustará las ondas luminosas de cada imagen parcial de forma diferente para cada ojo.

A la hora de elegir el proyector habrá que tener en cuenta varios aspectos. Por un lado habrá que ver que el proyector digital cumpla las normas establecidas por el SMPTE en cuanto a luminancia, establecida en 14 fL en la pantalla como se verá en el siguiente apartado. También habrá que tener en cuenta la resolución de dicho proyector. Existen proyectores digitales con dos resoluciones diferentes de 2K y 4K. Por último la correcta elección del proyector vendrá determinada por el tamaño de la pantalla, cuanto mayor sea la pantalla necesitaremos proyectores más potentes.

Al tratarse de un proyector de alta definición habrá que cerciorarse de que cumplan la norma SMPTE 292 M que establecen unas tasas de bits de 1.485 Gbits/s que es suficiente para poder reproducir video de alta definición sin comprimir.

Se ha seleccionado el proyector DCP 30 MX II de la marca Kinoton. Este modelo está diseñado para proyecciones en pantallas de tamaño medio. Cuenta con un sistema de iluminación altamente eficiente, según lo determinado por la norma (14fL), ofreciendo así un rendimiento lumínico excelente y una distribución de brillo muy uniforme en pantallas de medio tamaño. Además este proyector usa una resolución completa de 2K o 4K lo que asegura una gran calidad de imagen.



Ilustración 11. Proyector DCP 30 MX II.

### 24.3 Armazón inferior

Es el elemento que se coloca bajo el proyector y que contiene los equipos que van conectados a este. En este caso se ha seleccionado el armazón acortado de 311 mm con armazón de 19" (5 RU).



Ilustración 12. Armazón Kinoton (5RU)

#### 24.4 Pantalla

El cine que se está diseñando se trata de un cine para reproducir películas en 3 dimensiones, luego la pantalla tendrá que tener unas características especiales para este tipo de tecnología. El sistema 3D elegido para nuestro cine es el sistema RealD, debido a que ofrece una mejor calidad de imagen que el Dolby 3D. Este sistema necesita la utilización de pantallas plateadas, que no absorban mucha luz y no alteren la polarización de la luz para la correcta reproducción de este sistema.

Además como ya se ha mencionado anteriormente, la pantalla a utilizar será una pantalla plana de  $13.5 \times 5.74 \text{ m}^2$ .

Por todo esto, se ha seleccionado para ser instalada en la sala la pantalla Spectral 240 de Harkness Screens que tiene un ultra-alto brillo de plata que le da un excelente rendimiento usando luz polarizada como hace el RealD.



Ilustración 13. Spectral 240.

Además, esta pantalla está perforada para facilitar el desempeño acústico de los altavoces de pantalla.

#### 24.5 Gafas

Las gafas que se necesitan deben ser polarizadas. En este caso se ha optado por las gafas MI-G1000B del fabricante MasterImage.





Ilustración 14. Gafas MI-G1000B.

## 25. ESQUEMA IMAGEN

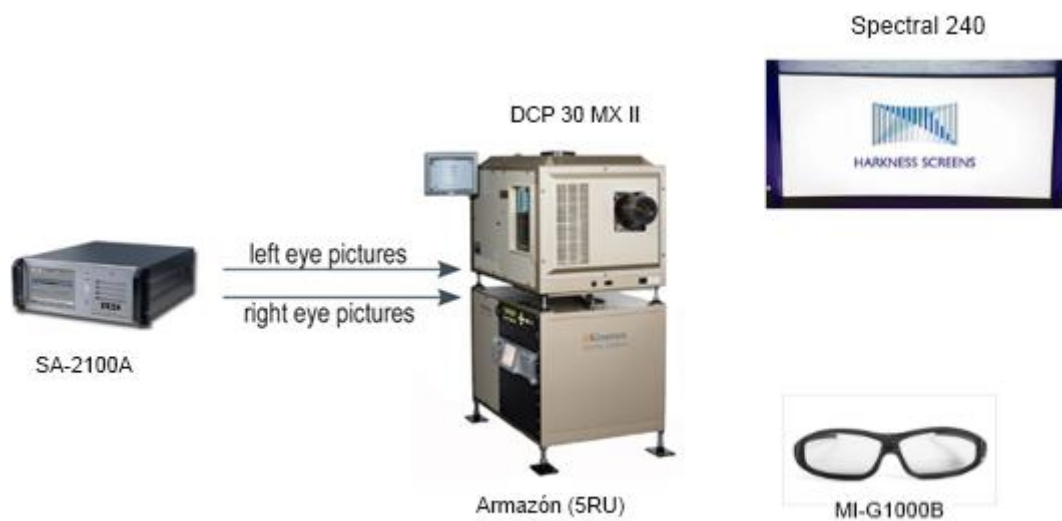


Ilustración 15. Esquema conexionado imagen.

## **PRESUPUESTO**

## 26. SONIDO

Producto	Marca	Unidades	Coste Unitario (€)	Coste total (€)
Altavoz 3678	JBL	3	1537,00	4611,00
Altavoz 8340A	JBL	12	546,00	6552,00
Altavoz 4642A	JBL	2	2066,20	4132,40
Procesador CP750	DOLBY	1	2115,75	2115,75
Monitor de sistema DSi 8M	CROWN	1	941,18	941,18
Amplificador DSi 1000	CROWN	4	713,37	2853,48
Amplificador DSi 2000	CROWN	2	1010,80	2021,60
Amplificador DSi 4000	CROWN	1	1476,47	1476,47
<b>TOTAL</b>				<b>24703,88</b>

Tabla 1. Presupuesto total de sonido.

## 27. MATERIALES

Producto	m <sup>2</sup>	Coste (€/m <sup>2</sup> )	Coste Total (€)
Manta HP 342-G de 90 mm	62,86	16,15	1015,19
Manta HP 342-G de 70 mm	104,1	13,35	1389,74
Techo FM-66/mP plumetis microperforado	56	14,35	803,60
Techo FM-18 relieve	253,1	11,15	2822,07
Panel de arbosilicato	88	9,95	875,60
Moqueta sobre 3 mm de fieltro	224,84	7,90	1776,24
Moqueta	319,58	4,30	1374,19
<b>TOTAL</b>			<b>10056,62</b>

Tabla 3. Presupuesto total de materiales.

## 28. IMAGEN

Producto	Marca	Unidades ó m <sup>2</sup>	Coste Unitario (€) ó Coste (€/m <sup>2</sup> )	Coste total (€)
Servidor SA-2100	GDC	1	15000	15000
Proyector DCP 30 MX II + Armazón 5RU	KINOTON	1	55000	55000
Pantalla Spectral 240	HARKNESS SCREENS	77,49	103,32	8006,27
Gafas MI-G1000B	MASTERIMAGE	200	1,92	384
<b>TOTAL</b>				<b>78390,27</b>

Tabla 2. Presupuesto total de imagen.

## 29. HONORARIOS

Profesional	Número	Coste (€/h)	Horas	Coste Total (€)
Estudio y documentación				
Ingeniero	2	60	150	18000
Instalación y puesta en marcha				
Ingeniero	1	60	80	4800
Técnico	2	25	40	2000
Obrero	2	15	20	600
<b>TOTAL</b>				<b>25400</b>

Tabla 4. Presupuesto total de los honorarios.

### 30. OTROS

Producto	Marca	Unidades	Coste Unitario (€)	Coste total (€)
Butacas Tango Tip-Up	FIGUERAS	146	596	87016
Rack (12U)	DNS	1	1121,72	1121,72
	SYSTEMS			
TOTAL				88137,72

Tabla 5. Presupuesto otros elementos instalados.

### 31. TOTAL

Apartado	Coste total (€)
Sonido	24703,88
Imagen	78390,27
Materiales	10056,62
Honorarios	25400,00
Otros	88137,72
<b>TOTAL</b>	<b>226688,49</b>

Tabla 6. Presupuesto total del proyecto.

## 32. CONCLUSIONES

Una vez finalizado el proyecto se puede concluir que tanto la visibilidad como la escucha en cada uno de los puntos de la sala es óptima para cada uno de los espectadores.

Se considera que la visión es adecuada para cada zona de audiencia de la sala puesto que el diseño de esta ha seguido cada una de las pautas establecidas por la norma SMPTE en cuanto al dimensionado, angulación y colocación de las butacas se refiere, además de garantizar en todo momento la comodidad del espectador.

Por otro lado también se han llevado a cabo las indicaciones que aparecen en dichas normas a la hora de introducir materiales en la sala para garantizar un tiempo de reverberación óptimo.

Siguiendo la normativa se ha procedido al diseño acústico en cuanto a ubicación y angulación de los altavoces de la sala y elección de estos según las características electroacústicas establecidas por el SMPTE.

Se han realizado todas las medidas correspondientes y se ha observado que en ningún punto de la sala hay problemas en cuanto a inteligibilidad ya que el IA, el STI y el RASTI están dentro de los niveles bueno y excelente, no produciéndose ecos batientes, coloraciones ni concentraciones de sonido en la misma, por lo que se concluye que tanto el diseño de la sala como el material elegido es el correcto. Estas medidas también nos revelan que los niveles de audición son prácticamente homogéneos en todo el cine.

Por último recordar que el cine diseñado es un cine digital en 3D que seguirá el sistema RealD, por lo que necesitará de una pantalla especial de plata y de un proyector digital capaz de reproducir películas en 3D. Al ser cine digital se necesitará de un servidor que suministre el material a reproducir a este.

## **PLIEGO DE CONDICIONES**

## Professional Series

## Application:

Small room, cinema sound systems.

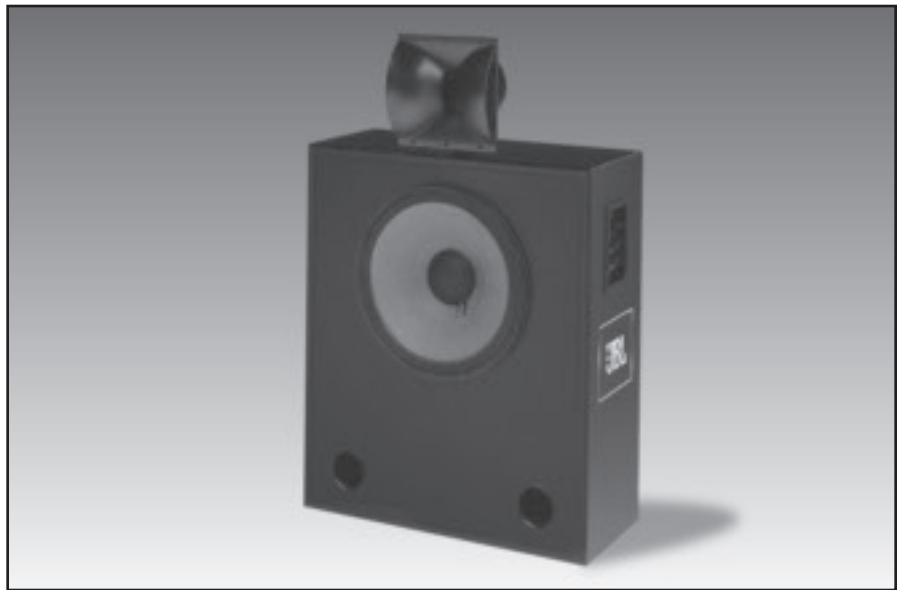
## Key Features:

- ▶ Frequency Range: 30 Hz to 20 kHz (-10 dB)
- ▶ Sensitivity, 98 dB
- ▶ Power Capacity: 300 watts passive, 50 (HF)/600 (LF) watts bi-amp
- ▶ Low frequency transducer: One 380 mm (15 in.) low frequency driver
- ▶ High frequency transducer: 25 mm (1 in.) horn throat diameter, 44 mm (1.75 in.) pure titanium diaphragm compression driver
- ▶ Flat power response 100° X 100° Bi-Radial® horn
- ▶ Operable in bi-amp or passive mode
- ▶ Includes adjustable bracket for horn aiming
- ▶ Shallow profile cabinet minimizes behind-screen space requirements
- ▶ THX®-approved for THX system installations

The JBL 3678 cinema loudspeaker system provides natural sound quality for music and dialog in small cinema applications. It can be used in either a passive mode, using its built-in network, or in a bi-amplified system. Enclosure design is extremely shallow in depth (292 mm; 11.5 inches), to minimize the space required behind the screen.

The high-frequency section consists of the JBL 2426 pure titanium compression driver and 2342 Bi-Radial horn. The titanium diaphragm of the 2426 ensures the natural sound and reliability mandatory in today's motion picture theatres. The 2342 horn provides smooth, even coverage throughout the auditorium.

The low frequency section uses a single JBL 2226H driver. This 600



watt driver features JBL-patented Symmetrical Field Geometry (SFG) and Vented Gap Cooling™ technology for high power handling with minimal power compression.

The newly-designed passive crossover network is optimized to provide seamless transition between driver components, for clear, articulate dialog, and high fidelity music reproduction. Operation in a bi-amplified system is easily achieved by simple re-configuration of the jumper connectors at the network/connector panel.

In bi-amplified mode, the 3678 is THX-approved for THX certified theatres no larger than 1,274 m³ (45,000 ft³) and screen-to-last row distances no greater than 12.2 m (40 ft.).

## System Specifications:

## System:

Frequency range (-10 dB):	30 Hz to 20 kHz
Frequency response (± 3 dB):	45 Hz to 12 kHz
Power capacity¹ (passive):	300 W
Power capacity (bi-amp):	HF: 50 W LF: 600 W
Sensitivity:	98 dB
Nominal impedance:	8 ohms
Crossover Frequency:	1 kHz
Nominal coverage:	90° horizontal, 90° vertical
Half-space reference efficiency:	3.3%
Maximum acoustic power output (sine wave input)	8 acoustic watts
System Polarity:	Positive voltage to RED produces forward cone motion
Input connectors:	Barrier strip screw terminals
Net system weight:	41 kg (90 lbs)
Shipping weight:	44 kg (98 lbs)
Dimensions (H x W x D):	406 (w/horn) x 651 x 292 mm 40.125 (/horn) x 25.625 x 11.5 inches

¹Rating based on test signal of continuous pink noise, per IEC spectrum for two hours duration.

JBL continually engages in research related to product improvement. Some materials, production methods and design refinements are introduced into existing products without notice as a routine expression of that philosophy. For this reason, any current JBL product may differ in some respect from its published description, but will always equal or exceed the original design specifications unless otherwise stated.



# 4642A

## Dual 460 mm (18 in) Subwoofer System

### Professional Series

### Key Features:

- ▶ 1200 Watts Continuous Pink Noise, 2400 Watts Continuous Program Power Handling
- ▶ Usable response to 22 Hz (-10 dB, no EQ), flat to 22 Hz (-3 dB) with External EQ
- ▶ 2241H VGC™ Vented Gap Cooled Drivers
  - High Sensitivity
  - Low Power Compression
  - High Maximum-SPL Capability
  - Low 2nd and 3rd Harmonic Distortion
  - Symmetrical Field Geometry SFG™ Magnet Structure
  - Long Excursion Capability
- ▶ Approved by Lucasfilm, Ltd. for THX® installations

The JBL Model 4642A is a high quality subwoofer system, featuring an advanced technology 460 mm (18 in), low frequency transducers mounted in a direct radiator, bass-reflex enclosure for smooth response to the lowest audible frequencies. The 4642A is ideal for low-frequency augmentation of either analog or digital soundtracks in motion picture theaters and for general sound reinforcement applications.

#### Transducer:

The 2241H transducer utilizes the patented Vented Gap Cooling (VGC) process\*, which pumps air through the magnetic gap and directly over and around the voice coil, providing immediate heat transfer and a reduction in operating temperature. This increases power handling while reducing power compression.

Through the use of computer-aided magnet optimization and analysis techniques, JBL engineers were able to optimize magnet weight, flux density and field saturation, resulting in a 2.6 kg (6.5 lb) reduction in overall driver weight and a significant reduction in harmonic distortion. This magnet structure offers much of the weight advantage of rare earth magnet structures without the prohibitive cost, enabling the system to carry a 1200 watt continuous AES pink noise power rating.

\*U.S. Patent #5,042,072. Foreign Patents Pending.



### Specifications:

<b>TRANSDUCERS:</b>		Two JBL Model 2241H 460 mm (18 in) Low Frequency Transducers		
<b>SYSTEM:</b>				
Rated Impedance:		4 ohms		
Minimum Impedance:		3.2 ohms		
<b>POWER HANDLING CAPABILITY:</b>				
Continuous Pink Noise <sup>1</sup> :		1200 Watts		
Continuous Program <sup>2</sup> :		2400 Watts		
Peak Power <sup>3</sup> :		4800 Watts		
<b>OUTPUT CAPABILITY:</b>				
Axial Sensitivity <sup>4</sup> :		50 Hz to 500 Hz; 101 dB, 1W @ 1m 40 Hz to 100 Hz; 100 dB, 1W @ 1m		
Power Compression <sup>5</sup> :				
At -10 dB power (120 W):		0.8 dB		
At -3 dB power (600 W):		2.6 dB		
At rated power (1200 W):		4.3 dB		
Half-Space Reference Efficiency <sup>6</sup> :		Single Module	Two Modules	Four Modules
Max. Continuous Acoustical Power Output:		70 W	209 W	557 W
Maximum Continuous SPL @ 1 meter <sup>7</sup> :		131 dB	136 dB	140 dB
Maximum Peak SPL @ 1 meter <sup>7</sup> :		137 dB	142 dB	146 dB
<b>FREQUENCY RESPONSE<sup>8</sup>:</b>				
Lower Frequency Limits (no EQ):				
-10 dB:		22 Hz		
-3 dB:		35 Hz		
Lower Frequency Limits (with EQ):				
-10 dB:		20 Hz		
-3 dB:		22 Hz		
Recommended Crossover Frequencies:		High-pass: 20 Hz, 12 dB/octave or greater Low-pass: 80 Hz to 150 Hz, 12 dB/octave or greater		
Distortion <sup>9</sup> :				
2nd harmonic:		<2%		
3rd harmonic:		<2%		
System Polarity:		EIA Standard. Positive voltage to RED terminal produces forward cone motion.		
Input Connectors:		Color-coded push terminals		
Net Weight:		98 kg (216 lbs.)		
Shipping Weight:		109 kg (240 lbs.)		
<b>ENCLOSURE:</b>				
Materials and Finish:		19 mm (¾ in) particle board with 25 mm (1 in) baffle and back panel. Extensive bracing on all panels		
Enclosure Tuning Frequency:		25 Hz		
Net Internal Volume:		506 liters (18 cu. ft)		
Dimensions:		762 mm x 1219 mm x 610 mm		
H x W x D		30 in x 48 in x 24 in		

## ► 4642A Dual 460 mm (18 in) Subwoofer System

The 100 mm (4 in) voice coil benefits from a new winding technique which offers greater thermal stability with increased power handling. All elements of the cone, voice coil and suspension system have been carefully optimized and controlled to ensure smooth high frequency response.

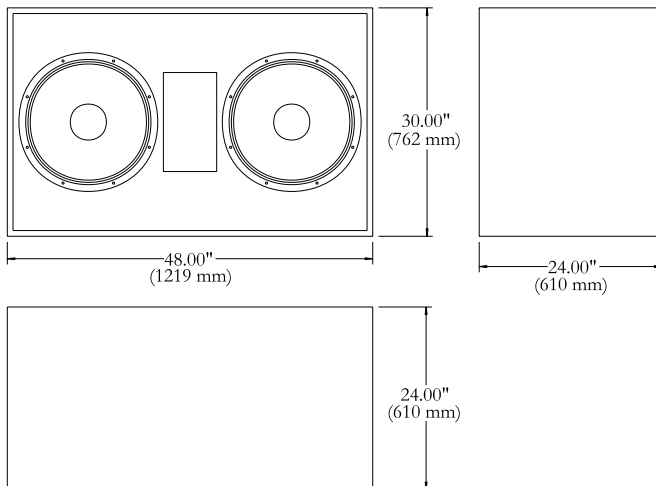
The magnet structure and compliance allow for long peak-to-peak excursions without damage to the speaker. Symmetrical Field Geometry (SFG) minimizes second harmonic distortion.

### Enclosure:

The enclosure is constructed of dense stock and is extensively braced on all panels. It has a net internal volume of 506 liters (18 cu. ft.) and is tuned to 25 Hz with a very large port to minimize port compression and to reduce distortion due to turbulent air flow.

### Frequency Response:

The 4642A features high sensitivity. It is intended for use as a subwoofer with a low-pass filter and appropriate high-pass filtering for protection and equalization.



Note: Drawing not to scale. All dimensions are reference only.

<sup>1</sup>AES continuous pink noise (25 - 250 Hz), 2 hours duration.

<sup>2</sup>Continuous program power is defined as 3 dB greater than AES continuous pink noise and is a conservative expression of the transducer's ability to handle normal music program material.

<sup>3</sup>Peak power is defined as 6 dB greater than AES continuous pink noise, reflecting the 6 dB crest factor contained in the pink noise signal.

<sup>4</sup>Averaged half-space ( $2\pi$ ). Quarter-space ( $1\pi$ , wall/floor junction placement) is 6 dB higher.

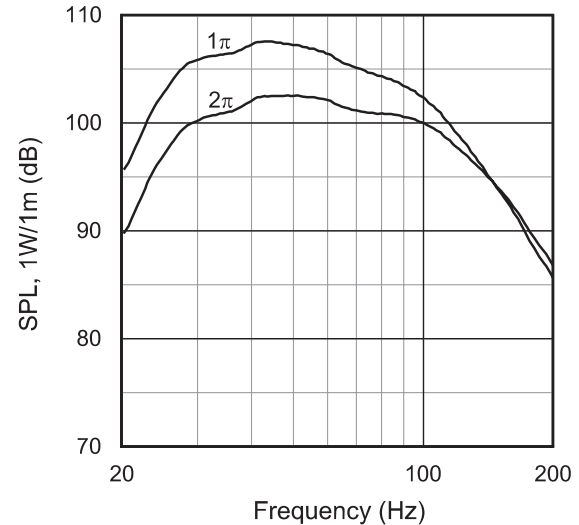
<sup>5</sup>Power compression is the sensitivity loss at the specified power, measured from 50 Hz to 500 Hz, after a 5 minute AES standard (50 to 500 Hz) signal at the specified power.

<sup>6</sup>Based upon specified half-space 40 Hz to 100 Hz sensitivity; 50 Hz to 500 Hz reference efficiency is higher.

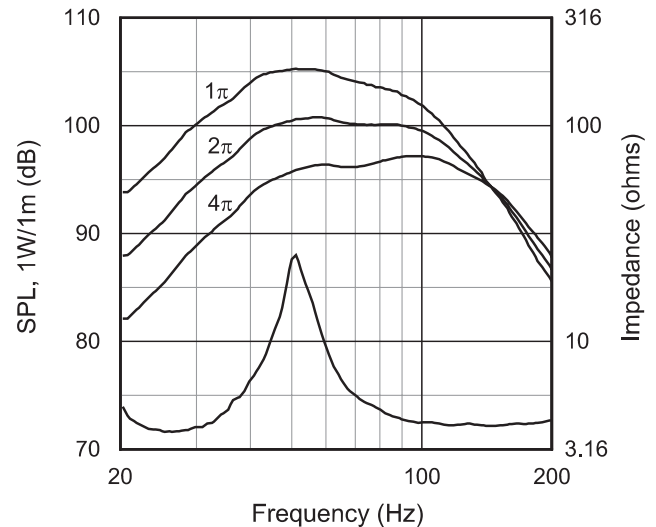
<sup>7</sup>Per industry practice, maximum long-term SPL is a calculation that references half-space 1W/1m sensitivity, scaled by the long-term continuous power rating.

<sup>8</sup>Based upon specified sensitivity, 40 Hz to 100 Hz.

<sup>9</sup>100 watt sine wave input, averaged from 40 Hz to 100 Hz.



4642A frequency response, 1 watt at 1 meter, with 150 Hz Linkwitz-Riley 4th order low-pass filter and 2nd order high-pass filter at 25 Hz with Q=2.  $1\pi$  (upper curve) and  $2\pi$  (lower curve) conditions.



4642A frequency response and impedance (bottom curve), 1 watt at 1 meter, with 150 Hz Linkwitz-Riley 4th order low-pass filter measured under  $4\pi$  ground plane conditions.  $1\pi$  (upper curve) and  $2\pi$  (center curve) loading condition predictions also shown.

JBL continually engages in research related to product improvement. New materials, production methods, and design refinements are introduced into existing products without notice as a routine expression of that philosophy. For this reason, any current JBL product may differ in some respect from its published description, but will always equal or exceed the original design specifications unless otherwise stated.



JBL Professional  
8500 Balboa Boulevard, P.O. Box 2200  
Northridge, California 91329 U.S.A.

■ A Harman International Company

SS 4642A  
CRP 10M  
10/98

# 8340A

## High Power Cinema Surround Speaker for Digital Applications

### Professional Series

### Key Features:

- ▶ 45 Hz to 18 kHz Frequency Range
- ▶ High Sensitivity, 96 dB SPL, 1 W, 1 m (3.3 ft)
- ▶ High Power Handling Capability: 250 watts continuous pink noise
- ▶ Convenient mounting design uses JBL QuickMount™, Omnimount® or APC Multimount brackets
- ▶ Special cabinet shape incorporates 20° angled front baffle
- ▶ SMPTE/ISO2969 Curve X high frequency de-emphasis
- ▶ Lightweight, rigid molded enclosure
- ▶ Input terminals located on top of cabinet for quick access
- ▶ Uniform horizontal and vertical coverage
- ▶ THX® Approved

The 8340A Cinema Surround Speaker offers very high power handling, high sensitivity, and extended bass response in a very compact enclosure. The two-way 8340A's proven reliability and performance features have positioned it as the industry standard for the extended dynamic range required by digital sound formats.

The 8340A features a high power, long-throw 250 mm (10 in) low frequency driver for smooth, extended bass response. The high frequency section combines a 25 mm (1 in) coil diameter titanium diaphragm compression driver with a constant coverage horn for very high output capability and wide, even high frequency coverage. The 250 watt continuous power rating (1000 watt peak) provides extended dynamic range required for digital soundtracks with absolute reliability.

Its modern, molded black textured enclosure with black grille enhances any decor.

JBL's QuickMount bracket allows one person to quickly and simply mount the very lightweight enclosure on a previously installed bracket half.

Built to traditional JBL quality standards, the 8340A will stand up to long-term use under adverse conditions while delivering excellent performance.

Omnimount is a registered trademark of Omnimount Systems.

THX is a trademark of THX Ltd. which may be registered in some jurisdictions. All rights reserved.



### Specifications:

#### System:

Frequency Range (-10 dB):	45 Hz - 18 kHz
Frequency Response ( $\pm 3$ dB):	75 Hz - 16 kHz
Power Rating <sup>1</sup> :	250 watts continuous pink noise, 1000 watts peak
Sensitivity (1W/1m) <sup>2</sup> :	96 dB-SPL half-space / wall-mounted 94 dB-SPL free-field
Maximum Peak SPL <sup>3</sup> :	126 dB/1m
Nominal Impedance:	8 ohms
Hor. Coverage Angle (-6 dB):	100° averaged 400 Hz to 12 kHz
Vert. Coverage Angle (-6 dB):	80° averaged 400 Hz to 12 kHz
Directivity Factor (Q):	7 averaged 400 Hz to 12 kHz
Directivity Index (DI):	8.4 dB averaged 400 Hz to 12 kHz
Crossover Frequency:	2.2 kHz
High Frequency Contour:	ISO2969 Curve X surround contour
Polarity:	EIA (Positive voltage to RED terminal gives forward cone motion)

#### Low Frequency Transducer:

Nominal Diameter:	250 mm (10 in)
	51 mm (2 in) voice coil

#### High Frequency Transducer:

Nominal Diameter:	25 mm (1 in)
	25 mm (1 in) voice coil

#### Physical:

Downward Firing Angle:	Nominal 20° when mounted flush on back panel
Enclosure Material:	Textured Black H.I.P.S. Plastic
Grille Color:	Black
Input Connectors:	5-way binding posts
Dimensions (H x W x D):	457 mm x 457 mm x 260 mm (18 in x 18 in x 10.25 in)
Net Weight:	8.6 kg (19 lb)

<sup>1</sup>Rating based on test signal of IEC filtered random noise with a peak-to-average ratio of 6 dB, two hours duration.

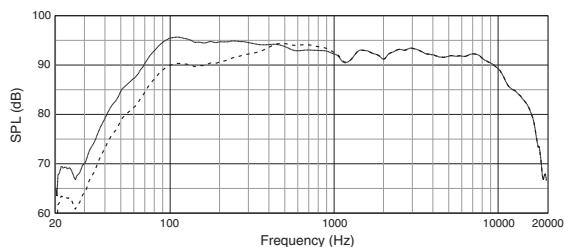
<sup>2</sup>Average measured free-field and half-space sensitivity at 2.83V/1m from 200 Hz to 3 kHz.

<sup>3</sup>Calculated maximum SPL based on rated power handling and half-space sensitivity.

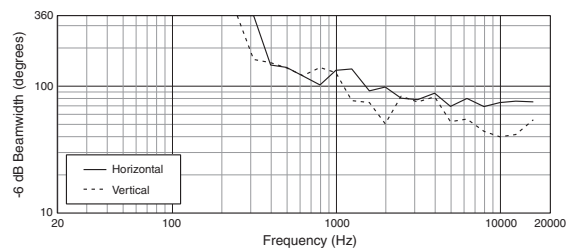
JBL continually engages in research related to product improvement. Some materials, production methods and design refinements are introduced into existing products without notice as a routine expression of that philosophy. For this reason, any current JBL product may differ in some respect from its published description, but will always equal or exceed the original design specifications unless otherwise stated.

# ► 8340A High Power Cinema Surround Speaker for Digital Applications

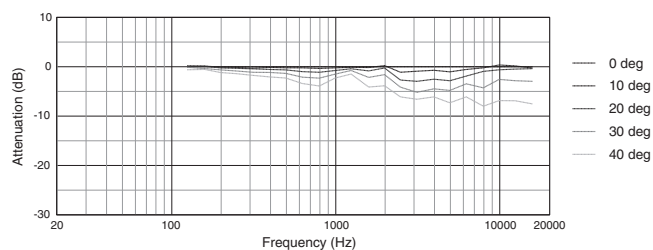
Frequency Response in half-space ( $2\pi$ , solid line) and full-space ( $4\pi$ , dotted line), and Input Impedance



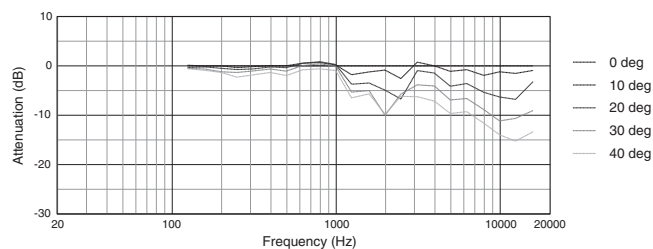
Beamwidth vs. Frequency



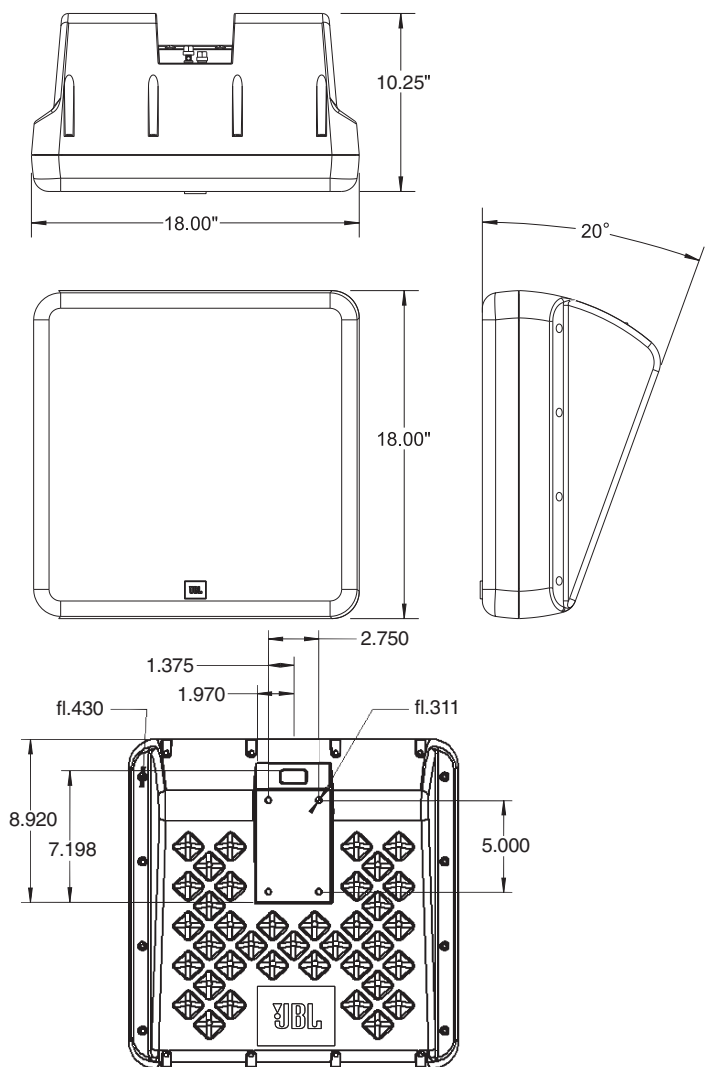
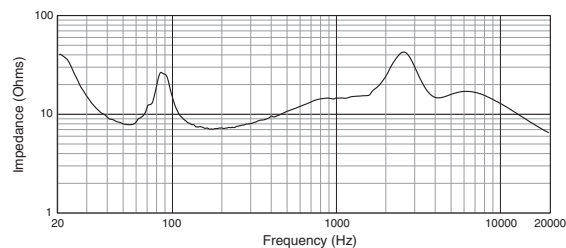
Horizontal Off-Axis Frequency Response



Vertical Off-Axis Frequency Response (down)



Impedance



JBL Professional  
8500 Balboa Boulevard, P.O. Box 2200  
Northridge, California 91329 U.S.A.  
A Harman International Company  
© Copyright 2008 JBL Professional

SS 8340A  
CRP 5M  
08/08



## CP750 Digital Cinema Processor

### The Latest in Sound Processing—from Dolby Digital Cinema

The CP750 is Dolby's latest cinema processor specifically designed to work within the new digital cinema environment. The CP750 receives and processes audio from multiple digital audio sources and can be monitored and controlled from anywhere in the network. Plus, Dolby reliability ensures a great moviegoing experience every time.

The Dolby® CP750 provides easy-to-operate audio control in digital cinema environments equipped with the latest technology while integrating seamlessly with existing technologies. The CP750 supports the innovative Dolby Surround 7.1 premium surround sound format, and will receive and process audio from multiple digital audio sources, including a digital cinema server, preshow servers, and alternative content sources. The CP750 is NOC (network operations center) ready and can be monitored and controlled anywhere on the network for status and function.

The CP750 integrates with Dolby Show Manager software, enabling it to process digital input selection and volume cues within a show, real-time volume control from any Dolby Show Manager client, and ASCII commands from third-party controllers. Moreover, Dolby Surround 7.1 (D-cinema audio), 5.1 digital PCM (D-cinema audio), Dolby Digital Surround EX™ (bitstream), Dolby Digital (bitstream), Dolby Pro Logic® II, and Dolby Pro Logic decoding are all included to deliver the best in surround sound from all content sources.





# CP750 Digital Cinema Processor

## Audio Inputs

### Digital 1 Input

4 x AES 25-pin female D-connector provides four AES/EBU channel pair inputs  
Input impedance: 110Ω balanced

### Digital 2, 3 Inputs

1 x AES male BNC connectors, unbalanced but floating, per AES-3id-1995/SMPTE 276M  
Input impedance: 75Ω

### Digital 4 Input

Optical Toslink™ connector

### Multichannel Analog Input

Eight-channel 25-pin female D-connector, balanced analog, 10 kΩ differential input impedance  
Reference level: 300 mV

### Nonsync Input

Two-channel RCA connector, 21 kΩ input impedance, adjustable input level

### Microphone Input

XLR connector, standard pinout, 10 kΩ differential input impedance, 12 V phantom power available, adjustable gain

## Audio Outputs

### Main Audio Output

Eight-channel 25-pin male D-connector, balanced floating analog, 100Ω differential output impedance  
Do not load with less than 600Ω differential

### Auxiliary Output

Two-channel, unbalanced analog, 100Ω output impedance, RCA connectors  
Reference level: 200 mV  
Always routes channel pair 7/8 of 4 x AES input for alternate uses such as H/I and VI-N transmitters—this fixed-level output has no EQ and is not controlled by the fader

### Hearing-Impaired Output

One-channel, unbalanced analog, 100Ω output impedance, RCA connector  
Center weighted sum of Left, Center, and Right channels  
Output level: 200 mV

## Other Inputs/Outputs

### Ethernet Connector

RJ-45 for network connection and PC setup software

### Automation Connector

25-pin female D-connector, floating ground

### RS-232 Serial Port

9-pin female D-connector

### Remote Connector

RJ-45 connector for use with optional Cat. No. 868 Remote Fader (not an Ethernet connection)

### Backup Power Port

4-pin female XLR connector for use with optional Cat. No. 994 External Power Supply

### AC Input

Simple unswitched IEC power inlet module

### USB Port

For connection to PC to run setup software

## Audio Processing

### PCM

44.1, 48, and 96 kHz; 16-, 20-, and 24-bit

### Dolby Digital (AC-3)

Up to 5.1 channels

### Dolby Pro Logic

L, C, R, and S (SW configurable)

### Dolby Pro Logic II

L, C, R, Ls, and Rs (SW configurable)

### Dolby Surround EX

L, C, R, Ls, Rs, Bsl, Bsr, and SW

### Dolby Surround 7.1

L, C, R, Ls, Rs, Bsl, Bsr, and SW

### Nonsync

L, R, and S (SW configurable)

## Other Parameters

### Global Audio Delay

All input sources separately adjustable from 0–250 ms

### Surround Delay

Digital surround delay: 0–150 ms

Dolby Pro Logic surround delay: 0–150 ms

## Other Parameters (continued)

### Equalization

Eight-channel 1/3-octave plus parametric for SW

### Dynamic Range

Typically 105 dB clip to CCIR/ARM weighted without noise optimizer enabled, up to 10 dB more with optimizer enabled

### Distortion

Typically 0.005% from eight-channel analog input to main output

### Optional Accessories

Cat. No. 994 External Backup Power Supply  
Cat. No. 868 Remote Fader  
CP750-CK Connector Kit  
CP750 Installation Manual (DPN 9110270)

### Power Requirements

100–240 VAC, 50–60 Hz

### Dimensions and Weight

2-U rackmount chassis: 89 x 432 mm (3.5 x 17 inches)

Overall depth, including connectors and fader knob: 269 mm (10.6 inches)

Depth behind rack ears, including connectors: 248 mm (9.75 inches)

Depth in front of rack ear mounting surface: 24 mm (0.94 inches)

Net: 4.2 kg (9.4 lb)

### Environmental Conditions

Operating: 0°C–40°C (32°F–104°F)

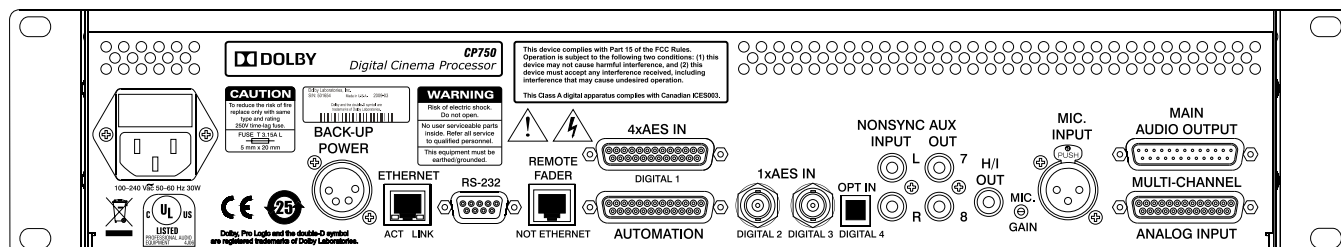
Humidity: 20%–80% relative humidity (noncondensing)

## Regulatory Notices

**North America:** This unit complies with the limits for a Class A digital device, pursuant to Part 15 of the FCC rules, and Industry Canada ICES-003 specifications. It is UL Listed for the US and Canada.

**Europe:** This unit complies with the requirements of Low Voltage Directive 2006/95/EC and EMC Directive 2004/108/EC and carries the CE marking accordingly.

Visit [www.dolby.com/warranty](http://www.dolby.com/warranty) for the latest product warranty information.



### Dolby Laboratories, Inc.

100 Potrero Avenue, San Francisco, CA 94103-4813 USA T 1-415-558-0200 F 1-415-645-4000  
Royal Wootton Bassett, Wiltshire SN4 8QJ England T 44-1793-842100 F 44-1793-842101

### dolby.com

Dolby, Pro Logic, and the double-D symbol are registered trademarks of Dolby Laboratories. Surround EX is a trademark of Dolby Laboratories. Toslink is a trademark of Toshiba Corporation. © 2011 Dolby Laboratories, Inc. All rights reserved. W11/24454/25050

## DSi SERIES

## DSi 1000

## Architectural &amp; Engineering Specifications

## DSi 1000

The Crown® DSi 1000 power amplifier shall be a solid-state two-channel model with a switch-mode universal power supply. A rear-panel HD-15 connector shall provide input/output connectivity between the DSi amplifier and the DSi-8M System Monitor. The DSi 1000 shall be THX® approved.

The outputs shall be usable as stereo or bridged-mono modes of operation. The bridged-mono mode shall bridge the outputs to provide increased output voltage.

Front panel controls and indicators shall include the following:

Level: Detented rotary level control, one per channel.

Power Switch: On/off switch applies AC power to the amplifier.

Sel/Prev/Next Buttons: Three buttons near the LCD screen shall be used to access menu items and front panel lockout.

LCD Screen: Backlit liquid crystal display shows speaker presets and signal processing.

Signal Indicator: Green LED, one per channel, illuminates when a very low-level signal is present at input.

–10 Indicator: Green LED flashes when output signal exceeds –10 dB below clip.

–20 Indicator: Green LED flashes when output signal level exceeds –20 dB below clip.

Ready Indicator: Green LED, one per channel, illuminates when the amplifier is ready to produce audio.

Clip Indicator: Red LED, one per channel, turns on at the threshold of audible distortion.

Temp Indicator: Red LED, one per channel, illuminates under excessive temperature conditions.

Power Indicator: Blue LED illuminates when the amplifier has been turned on and has power.

Rear panel controls and connectors shall include the following:

AC Line Connector: NEMA 5-15P (15A).

Input Connector: Two 3-pin removable Phoenix-type connectors each accept a balanced line-level input signal.

Output Connectors: 4-position barrier strip with connectors for dual loudspeakers or bridge-mono loudspeaker.

HiQnet USB Connector: Type B, connects to a HiQnet network.

HD-15 Connector: For cinema I/O compatibility with DSi-8M System Monitor.

The amplifier shall have the following specifications:

Output Power: 2 ohm Stereo (per channel): 700W with 1% THD (not rated for 100V versions), 4 ohm Stereo (per channel): 475W with 0.5% THD, 8 ohm Stereo (per channel) 275W with 0.5% THD, 4 ohm Bridge-Mono: 1,400W with 1% THD (not rated for 100V versions), 8 ohm Bridge-Mono: 950W with 0.5% THD.

Voltage Gain at 1kHz: 30.5 dB.

Frequency Response: +0/–1 dB from 20 Hz to 20 kHz at 1 watt into 4 ohms.

Load Impedance: Safe with all types of loads. Rated for 2 to 8 ohms in Stereo mode, 4 to 16 ohms in Bridge-Mono mode. DSi 1000 A1 (100V version) is rated for 4 to 8 ohms in Stereo mode, 8 to 16 ohms in Bridge-Mono mode.

Sensitivity at 8 ohm rated output: 1.4V.

Sensitivity at 4 ohm rated output: 1.3V.

Sensitivity at 2 ohm rated output: 1.1V.

Signal to Noise Ratio (below rated 8-ohm power at 1 kHz): 105 dB (A weighted).

Damping Factor: Better than 500 from 20 Hz to 500 Hz.

Crosstalk: > 70 dB below rated power, 20 Hz to 1 kHz, A-weighted.

Input Stage: Input is electronically balanced and employs precision 1% resistors.

Input Impedance (nominal): 20 k ohms, balanced; 10 k ohms, unbalanced.

AC Line Voltage and Frequency Configurations Available: 100V, 120V, 220-240V, 50/60 Hz.

AC Line Current: 11.56A.

At Idle: Draws no more than 45 watts.

Operating Temperature: 0° C to 40° C at 95% relative humidity (non-condensing).

The DSP section shall have the following specifications:

Input EQ: 6 parametric filters per channel with adjustable Q, ±15 dB boost/cut.

Also adjustable high and low shelving filters. This 8-filter EQ section can be bypassed.

Crossover Filters: Highpass and lowpass per channel. Butterworth 6/12/18/24 dB per octave, Linkwitz-Riley 24/48 dB per octave. Also includes ±15 dB band-pass gain and polarity control.

Output EQ: 8 parametric filters per channel with adjustable Q, ±15 dB boost/cut. This 8-filter EQ section can NOT be bypassed. Filters are enabled individually.

Output Limiter: Prevents clipping and protects loudspeakers. Choice of –3, –6, or –12 dB threshold per channel.

Delay: Up to 50 msec total delay per channel.

Presets: 20 presets. One is “DSP OFF.” Fifteen are factory-set for JBL Cinema systems. Four are user-definable.

Protection shall include the following:

DSi-Series amplifiers shall be protected against shorted, open or mismatched loads; overloaded power supplies; excessive temperature; chain destruction phenomena; excessive output current, and input overload damage. They also protect loudspeakers from input/output DC, large or dangerous DC offsets and turn-on/turn-off transients

The chassis shall be steel. Cooling shall be by a proportional speed fan with front-to-rear airflow.

Dimensions shall be EIA Standard 19-in. rack mount width (EIA RS-310-B), 3.5 in. (8.9 cm) high and 12.25 in. (31.11 cm) deep behind mounting surface.

Net weight shall be 19 lb (8.6 kg). Shipping weight shall be 22 lb (10.0 kg)

The amplifier shall be designated the Crown DSi 1000.



**H** A Harman International Company

Crown International  
1718 W. Mishawaka Rd.  
Elkhart, IN 46517-9439  
TEL: 574-294-8200  
FAX: 574-294-8FAX  
www.crownaudio.com

Specifications subject to change without prior notice. Latest information available at [www.crownaudio.com](http://www.crownaudio.com).  
Crown and Crown Audio are registered trademarks of Crown International, Inc. Printed in U.S.A.  
© 2008 Crown Audio®, Inc.

## DSi SERIES

## DSi 2000

## Architectural &amp; Engineering Specifications

## DSi 2000

The Crown® DSi 2000 power amplifier shall be a solid-state two-channel model with a switch-mode universal power supply. A rear-panel HD-15 connector shall provide input/output connectivity between the DSi amplifier and the DSi-8M System Monitor. The DSi 2000 shall be THX® approved.

The outputs shall be usable as stereo or bridged-mono modes of operation. The bridged-mono mode shall bridge the outputs to provide increased output voltage.

Front panel controls and indicators shall include the following:

Level: Detented rotary level control, one per channel.

Power Switch: On/off switch applies AC power to the amplifier.

Sel/Prev/Next Buttons: Three buttons near the LCD screen shall be used to access menu items and front panel lockout.

LCD Screen: Backlit liquid crystal display shows speaker presets and signal processing.

Signal Indicator: Green LED, one per channel, illuminates when a very low-level signal is present at input.

–10 Indicator: Green LED flashes when output signal exceeds –10 dB below clip.

–20 Indicator: Green LED flashes when output signal level exceeds –20 dB below clip.

Ready Indicator: Green LED, one per channel, illuminates when the amplifier is ready to produce audio.

Clip Indicator: Red LED, one per channel, turns on at the threshold of audible distortion.

Temp Indicator: Red LED, one per channel, illuminates under excessive temperature conditions.

Power Indicator: Blue LED illuminates when the amplifier has been turned on and has power.

Rear panel controls and connectors shall include the following:

AC Line Connector: NEMA 5-15P (15A).

Input Connector: Two 3-pin removable Phoenix-type connectors each accept a balanced line-level input signal.

Output Connectors: 4-position barrier strip with connectors for dual loudspeakers or bridge-mono loudspeaker.

HiQnet USB Connector: Type B, connects to a HiQnet network.

HD-15 Connector: For cinema I/O compatibility with DSi-8M System Monitor.

The amplifier shall have the following specifications:

Output Power: 2 ohm Stereo (per channel): 1,000W with 1% THD, 4 ohm Stereo (per channel): 800W with 0.5% THD, 8 ohm Stereo (per channel) 475W with 0.5% THD, 4 ohm Bridge-Mono: 2,000W with 1% THD, 8 ohm Bridge-Mono: 1,600W with 0.5% THD.

Voltage Gain at 1kHz: 32.9 dB.

Frequency Response: +0/–1 dB from 20 Hz to 20 kHz at 1 watt into 4 ohms.

Load Impedance: Safe with all types of loads. Rated for 2 to 8 ohms in Stereo mode, 4 to 16 ohms in Bridge-Mono mode.

Sensitivity at 8 ohm rated output: 1.4V.

Sensitivity at 4 ohm rated output: 1.2V.

Sensitivity at 2 ohm rated output: 1.0V.

Signal to Noise Ratio (below rated 8-ohm power at 1 kHz): 105 dB (A weighted).

Damping Factor: Better than 500 from 20 Hz to 500 Hz.

Crosstalk: > 70 dB below rated power, 20 Hz to 1 kHz, A-weighted.

Input Stage: Input is electronically balanced and employs precision 1% resistors.

Input Impedance (nominal): 20 k ohms, balanced; 10 k ohms, unbalanced.

AC Line Voltage and Frequency Configurations Available: 100V, 120V, 220-240V, 50/60 Hz.

AC Line Current: 11.93A.

At Idle: Draws no more than 45 watts.

Operating Temperature: 0° C to 40° C at 95% relative humidity (non-condensing).

The DSP section shall have the following specifications:

Input EQ: 6 parametric filters per channel with adjustable Q, ±15 dB boost/cut. Also adjustable high and low shelving filters. This 8-filter EQ section can be bypassed.

Crossover Filters: Highpass and lowpass per channel. Butterworth 6/12/18/24 dB per octave, Linkwitz-Riley 24/48 dB per octave. Also includes ±15 dB band-pass gain and polarity control.

Output EQ: 8 parametric filters per channel with adjustable Q, ±15 dB boost/cut. This 8-filter EQ section can NOT be bypassed. Filters are enabled individually.

Output Limiter: Prevents clipping and protects loudspeakers. Choice of –3, –6, or –12 dB threshold per channel.

Delay: Up to 50 msec total delay per channel.

Presets: 20 presets. One is “DSP OFF.” Fifteen are factory-set for JBL Cinema systems. Four are user-definable.

Protection shall include the following:

DSi-Series amplifiers shall be protected against shorted, open or mismatched loads; overloaded power supplies; excessive temperature; chain destruction phenomena; excessive output current, and input overload damage. They also protect loudspeakers from input/output DC, large or dangerous DC offsets and turn-on/turn-off transients

The chassis shall be steel. Cooling shall be by a proportional speed fan with front-to-rear airflow.

Dimensions shall be EIA Standard 19-in. rack mount width (EIA RS-310-B), 3.5 in. (8.9 cm) high and 12.25 in. (31.11 cm) deep behind mounting surface.

Net weight shall be 19 lb (8.6 kg). Shipping weight shall be 22 lb (10.0 kg)

The amplifier shall be designated the Crown DSi 2000.



**H** A Harman International Company

Crown International  
1718 W. Mishawaka Rd.  
Elkhart, IN 46517-9439  
TEL: 574-294-8200  
FAX: 574-294-8FAX  
www.crownaudio.com

Specifications subject to change without prior notice. Latest information available at [www.crownaudio.com](http://www.crownaudio.com).  
Crown and Crown Audio are registered trademarks of Crown International, Inc. Printed in U.S.A.  
© 2007 Crown Audio®, Inc.



## DSi SERIES

## DSi 4000

## Architectural &amp; Engineering Specifications

## DSi 4000

The Crown® DSi 4000 power amplifier shall be a solid-state two-channel model with a switch-mode universal power supply. A rear-panel HD-15 connector shall provide input/output connectivity between the DSi amplifier and the DSi-8M System Monitor. The DSi 4000 shall be THX® approved.

The outputs shall be usable as stereo or bridged-mono modes of operation. The bridged-mono mode shall bridge the outputs to provide increased output voltage.

Front panel controls and indicators shall include the following:

Level: Detented rotary level control, one per channel.

Power Switch: On/off switch applies AC power to the amplifier.

Sel/Prev/Next Buttons: Three buttons near the LCD screen shall be used to access menu items and front panel lockout.

LCD Screen: Backlit liquid crystal display shows speaker presets and signal processing.

Signal Indicator: Green LED, one per channel, illuminates when a very low-level signal is present at input.

-10 Indicator: Green LED flashes when output signal exceeds -10 dB below clip.

-20 Indicator: Green LED flashes when output signal level exceeds -20 dB below clip.

Ready Indicator: Green LED, one per channel, illuminates when the amplifier is ready to produce audio.

Clip Indicator: Red LED, one per channel, turns on at the threshold of audible distortion.

Temp Indicator: Red LED, one per channel, illuminates under excessive temperature conditions.

Power Indicator: Blue LED illuminates when the amplifier has been turned on and has power.

Rear panel controls and connectors shall include the following:

AC Line Connector: NEMA 5-15P (15A).

Input Connector: Two 3-pin removable Phoenix-type connectors each accept a balanced line-level input signal.

Output Connectors: 4-position barrier strip with connectors for dual loudspeakers or bridge-mono loudspeaker.

HiQnet USB Connector: Type B, connects to a HiQnet network.

HD-15 Connector: For cinema I/O compatibility with DSi-8M System Monitor.

The amplifier shall have the following specifications:

Output Power: 2 ohm Stereo (per channel): 1,450W with 1% THD, 4 ohm Stereo (per channel): 1,200W with 0.5% THD, 8 ohm Stereo (per channel): 650W with 0.5% THD, 4 ohm Bridge-Mono: 3,000W with 1% THD, 8 ohm Bridge-Mono: 2,400W with 0.5% THD.

Voltage Gain at 1kHz: 34.2 dB.

Frequency Response: +0/-1 dB from 20 Hz to 20 kHz at 1 watt into 4 ohms.

Load Impedance: Safe with all types of loads. Rated for 2 to 8 ohms in Stereo mode, 4 to 16 ohms in Bridge-Mono mode.

Sensitivity at 8 ohm rated output: 1.4V.

Sensitivity at 4 ohm rated output: 1.3V.

Sensitivity at 2 ohm rated output: 1.0V.

Signal to Noise Ratio (below rated 8-ohm power at 1 kHz): 105 dB (A weighted).

Damping Factor: Better than 500 from 20 Hz to 500 Hz.

Crosstalk: > 70 dB below rated power, 20 Hz to 1 kHz, A-weighted.

Input Stage: Input is electronically balanced and employs precision 1% resistors.

Input Impedance (nominal): 20 k ohms, balanced; 10 k ohms, unbalanced.

AC Line Voltage and Frequency Configurations Available: 100V, 120V, 220-240V, 50/60 Hz.

AC Line Current: 11.75A.

At Idle: Draws no more than 45 watts.

Operating Temperature: 0° C to 40° C at 95% relative humidity (non-condensing).

The DSP section shall have the following specifications:

Input EQ: 6 parametric filters per channel with adjustable Q, ±15 dB boost/cut. Also adjustable high and low shelving filters. This 8-filter EQ section can be bypassed.

Crossover Filters: Highpass and lowpass per channel. Butterworth 6/12/18/24 dB per octave, Linkwitz-Riley 24/48 dB per octave. Also includes ±15 dB band-pass gain and polarity control.

Output EQ: 8 parametric filters per channel with adjustable Q, ±15 dB boost/cut. This 8-filter EQ section can NOT be bypassed. Filters are enabled individually.

Output Limiter: Prevents clipping and protects loudspeakers. Choice of -3, -6, or -12 dB threshold per channel.

Delay: Up to 50 msec total delay per channel.

Presets: 20 presets. One is "DSP OFF." Fifteen are factory-set for JBL Cinema systems. Four are user-definable.

Protection shall include the following:

DSi-Series amplifiers shall be protected against shorted, open or mismatched loads; overloaded power supplies; excessive temperature; chain destruction phenomena; excessive output current, and input overload damage. They also protect loudspeakers from input/output DC, large or dangerous DC offsets and turn-on/turn-off transients

The chassis shall be steel. Cooling shall be by a proportional speed fan with front-to-rear airflow.

Dimensions shall be EIA Standard 19-in. rack mount width (EIA RS-310-B), 3.5 in. (8.9 cm) high and 12.25 in. (31.11 cm) deep behind mounting surface.

Net weight shall be 19 lb (8.6 kg). Shipping weight shall be 22 lb (10.0 kg)

The amplifier shall be designated the Crown DSi 4000.



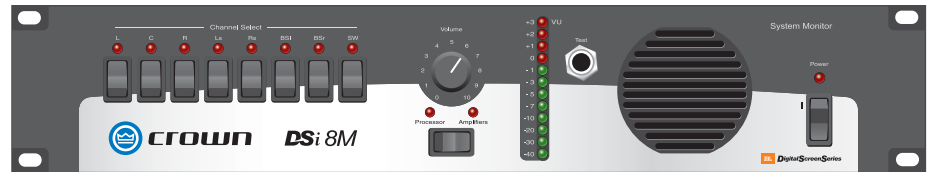
**H** A Harman International Company

Crown International  
1718 W. Mishawaka Rd.  
Elkhart, IN 46517-9439  
TEL: 574-294-8200  
FAX: 574-294-8FAX  
www.crownaudio.com

Specifications subject to change without prior notice. Latest information available at [www.crownaudio.com](http://www.crownaudio.com).  
Crown and Crown Audio are registered trademarks of Crown International, Inc. Printed in U.S.A.  
© 2007 Crown Audio®, Inc.

## DSi SERIES

# DSi-8M



The Crown<sup>®</sup> DSi-8M is a projection booth monitor designed to work with bi-amplified cinema systems using the Crown DSi Series amplifiers.

All controls necessary for daily operation of the DSi-8M are easily accessible on the front panel. 8-channel monitoring allows you to monitor either the processor or the power amplifier's outputs: L, C, R, Ls, Rs, Bsl, Bsr, and Sub in any combination.

Input levels from the processor and power amplifier can be adjusted independently. There are no huge level jumps when switching between processor and power amplifiers.

The bargraph display can be calibrated to the reference level for your theater. The projectionist can see auditorium levels instantly.

Your investment in a DSi-Series product is backed by Crown's Three-Year, No-Fault, Fully Transferable Warranty.

For more details about the Crown DSi Series, contact the Crown Technical Support Group at 800-342-6939 or 574-294-8200. Also, visit the Crown Audio website at [www.crownaudio.com](http://www.crownaudio.com).

### Specifications

**Input Impedance (Processor Inputs):** 10 k ohms.

**Input Impedance (Power Amplifiers Inputs):** > 50 k ohms.

**Power Requirements:** 100-240V~, 50-60 Hz, 32 watts.

### Front Panel Controls and Indicators

**Channel Select Buttons and LEDs:** Eight pushbutton switches, one for each input channel. Pressing a button monitors the signal from that channel, and lights the corresponding LED. Any combination of eight channels can be selected.

**Volume Control:** Rotary potentiometer with knob controls the volume of the internal or external speaker. Has no effect on the VU Bargraph Meter display.

**Processor/Amplifier Selector Switch and LEDs:** Pushbutton switch with corresponding LEDs selects inputs from cinema processor or power amplifiers for monitoring.

**VU Bargraph Meter:** 12-segment meter displays input level of selected channels from -40 VU to +3 VU. May be calibrated by the rear-panel trim adjustment. Operates independently of the Volume Control.

**Test Jack:** 1/4" phone jack lets the user monitor the audio output of the DSi-8M. Inserting a

### Features

- Compact 2-rack unit
- 8 channels for monitoring processor or amplifier inputs
- All inputs and outputs are balanced to interface with new cinema processors
- Input levels for processor and power amps can be adjusted independently
- No level jumps when switching between processor and amplifiers
- Bargraph display may be calibrated to the reference level for your theater; projectionist sees auditorium levels instantly
- 25-pin D-sub connectors, plus removable terminal blocks and HD-15 for quick, hassle-free connections
- Designed to work with bi-amplified sound systems to monitor the high- and low-frequency outputs from the left, center and right channels
- Three-Year, No-Fault, Fully Transferable Warranty completely protects your investment and guarantees its specifications

mono or stereo 1/4" phone plug here disables the internal speaker and routes the audio output to the Test Jack.

**Internal Speaker:** For convenient monitoring at the monitor panel.

**Power Switch and Power LED:** Rocker switch turns power on or off. LED illuminates when power is on.

### Rear Panel Controls and Connectors

**IEC AC Power Receptacle:** Connects to an IEC AC power cord.

**Input Connector 1:** 10-pin Phoenix terminal block connects to the power amplifier speaker outputs for the Left Surround, Right Surround, Back Surround Left, Back Surround Right and Subwoofer channels. This connector lets you monitor the output of amplifiers that do not include HD-15 connector options.

**Input Connector 2:** 10-pin Phoenix terminal block connects to the power amplifier speaker output for the Left High, Left Low, Center High, Center Low, Right High and Right Low channels. This connector lets you monitor the output of amplifiers that do not include HD-15 connector options.

**Amplifier Level Control:** Trimpot adjusts the level of the input signals from the power amplifiers.

**Processor Level:** Trimpot adjusts the level of the input signals from the processor.

**Outputs to Power Amplifier Inputs:** The six HD-15 connectors in this section connect to DSi amplifiers for both input and output signals. The HD-15 connectors have two functions:

1. Connect DSi 8M outputs to DSi amplifier inputs.
2. Connect DSi amplifier outputs to DSi 8M inputs for monitoring.

Using VGA cables, the HD-15 connectors can be connected to Crown DSi power amplifier HD-15 connectors as described below.

**HD-15 Connector 1:** For cinema I/O compatibility. Connects to Ls/Rs amplifier.

**HD-15 Connector 2:** Connects to Bsl/Bsr amplifier.

**HD-15 Connector 3:** Connects to Rl/Rh amplifier.

**HD-15 Connector 4:** Connects to Sw amplifier.

**HD-15 Connector 5:** Connects to Ll/Lh amplifier.

**HD-15 Connector 6:** Connects to Cl/Ch amplifier.

**Optional Input Connector:** 25-pin D-sub connector connects to the EX output of the processor.

**Bargraph Level:** Trimpot adjusts the sensitivity of the front-panel VU Bargraph Meter.

**Main Input Connector:** 25-pin D-sub connector connects to the main outputs of the processor.

**"EX" Selector Switch:** 8-position DIP switch. Turn on switches 1-4 if system is without EX. Turn on switches 5-8 if system is with EX. This routes the correct Ls/Rs inputs to the DSi-8M circuitry.

### Construction

**Chassis:** Steel.

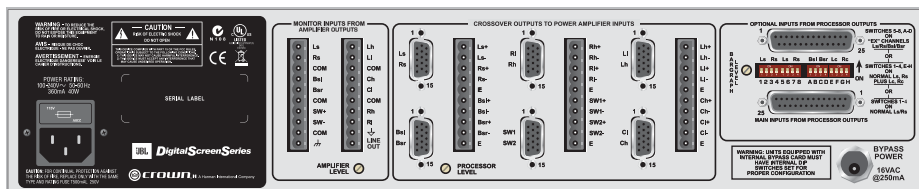
**Dimensions:** EIA Standard 19-inch rack mount width (EIA RS-310-B), 3.5 inches (8.9 cm) high and 9.625 inches (24.4 cm) deep behind front mounting surface.

**Net Weight:** 10 lb 2 oz (4.63 kg).

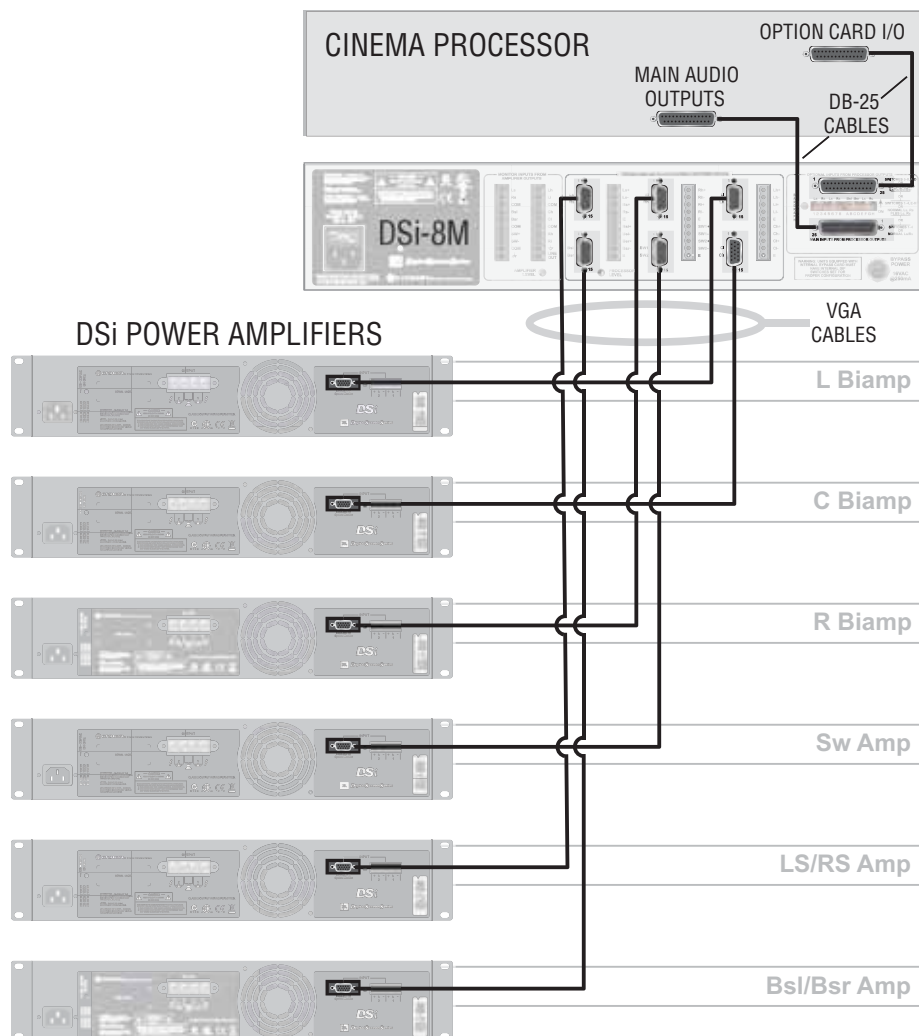
**Shipping Weight:** 16 lb (7.26 kg).



# DSi-8M



DSi-8M Rear Panel



Simple Wiring Diagram with HD-15 Connectors

## Crown's Three-Year, No-Fault, Fully Transferable Warranty

Crown offers a Three-Year, No-Fault, Fully Transferable Warranty for every new Crown cinema product—an unsurpassed industry standard. With this unprecedented No-Fault protection, your new Crown product is warranted to meet or exceed original specifications for the first three years of ownership. During this time, if your amplifier fails, or does not perform to original specifications, it will be repaired or replaced at our expense. About the only things not covered by this warranty are those losses normally covered by insurance and those caused by intentional abuse. And the coverage is transferable, should you sell your unit.

See your authorized Crown dealer for full warranty disclosure and details. For customers outside of the USA, please contact your authorized Crown distributor for warranty information or call 574-294-8200.



A Harman International Company

Crown International  
1718 W. Mishawaka Rd.  
Elkhart, IN 46517-9439  
TEL: 574-294-8200  
FAX: 574-294-8FAX  
[www.crownaudio.com](http://www.crownaudio.com)

Specifications subject to change without prior notice. Latest information available at [www.crownaudio.com](http://www.crownaudio.com).

Crown and Crown Audio are registered trademarks of Crown International. Other trademarks are the property of their respective owners. ©2007 Crown Audio®, Inc. Printed in U.S.A.

# SA-2100A Digital Cinema Server

The high-performance solution for Digital Cinema



GDC Technology is proud to introduce the **SA-2100A Digital Cinema Server**, our fourth generation digital cinema playback server designed to fully comply with DCI specifications and FIPS-140 security requirements.

The SA-2100A is an advanced version of the highly-successful model SA-2100, retaining all its features such as:

- 2K/4K DCI MXF JPEG2000 playback
- DCI MXF JPEG2000 3D playback
- MPEG2 MXF Interop playback
- CineLink II™ link encryption
- CineCanvas™ image and subtitling management
- FIPS-140 Certified Media Block
- DCI approved forensic watermarking
- HDTV live streaming/store-and-forward capabilities
- Highly stable Linux-based operating system
- Touch screen user interface
- Ingest of Digital Cinema Packages (DCPs) via physical media, network and satellite

In addition, the SA-2100A offers increased storage capacity and flexibility with the following unique features offered as standard.

## Unique Features

### FIPS 140-2 Certified Media Block

The SA-2100A ships with a FIPS 140-2 Level 3 Certified Media Block providing the highest level of security recommended by DCI.



#### Instant playback from CRU drive sleds \*

The SA-2100A allows for instant playback from the CRU drive sleds without requiring content ingest. This significantly reduces time to screening in emergency situations.



#### Swapping of data drives for immediate content playback

The SA-2100A allows instant transfer of data drives (i.e. HDD) between servers, making it possible to move a movie quickly from one screen to another.



#### Redundant Hot Swappable 2TB Storage

The 2TB content storage of the SA-2100A uses 3 redundant hot swappable drives which can be easily attached or detached. The SA-2100A is able to remain operational in the event of a single drive failure and minimizes the downtime.



#### Incorporation of RealD 3D EQ Technology

The availability of RealD's 3D EQ ghostbusting technology in the SA-2100A allows for superior 3D presentations and facilitates seamless integration with RealD 3D exhibition systems.

### Closed Captioning Support

The SA-2100A facilitates greater access to motion pictures by displaying closed captions from DCPs on WGBH's Rear Window Captioning devices.



#### Instant playback from TMS Library

The SA-2100A allows for instant playback from the TMS content library to the server. This makes available huge amount of content storage for playback, providing flexibility for show management.



#### Removable Hard Disk Drive (HDD) Sled \*

The SA-2100A comes with built-in support for a removable HDD sled that allows for high-speed ingest of DCPs via industry standard hot-pluggable HDD.



#### DVD-ROM Drive \*

An internal DVD-ROM drive has been integrated in the SA-2100A to cater for ingest of DCPs from DVDs.



#### Remote Access of the Screen Management System

The SA-2100A includes a CD-ROM with software for the remote access of its Screen Management System (SMS) from a Windows® PC and other mobile devices such as Apple®iPhone™.

## Optional Feature



#### Quad Link Option (SA-2100AQ) ♦

The SA-2100A can also be upgraded to the SA-2100AQ which features four HD-SDI outputs. This option enables the SA-2100AQ to be used for:

- Highest quality 3D playback with dual stream 12-bit 4:4:4 output images to two projectors simultaneously
- Independent playback of two separate 2D content streams to two projectors simultaneously (Estimated availability: Q4 2009)

Model **SA-2100A**







#### GDC Technology Offices

##### Singapore

6 Changi South Street 2,  
Fedex Building, Level 7,  
Singapore 486349  
Tel: +65 6222 1082  
Fax: +65 6222 1089

##### China Hong Kong SAR

Unit 2, 21st Floor,  
Kodak House II,  
39 Healthy Street East,  
North Point, Hong Kong  
Tel: +852 2579 1070  
Fax: +852 2579 1131

##### China Beijing

Rm. 518-520, Tower B,  
No.11 De Wai Street,  
Xi Cheng District,  
Beijing, P.R. China 100088  
Tel: +86 10 6205 7040  
Fax: +86 10 6205 7054

##### China Shenzhen

Block B, Yuehaimen Square,  
No. 2292-2300 Nanhai Blvd.,  
Shenzhen, P.R. China 518052  
Tel: +86 755 8611 0889  
Fax: +86 755 8611 0899

##### USA

3500 W Olive Ave.  
Suite 1110, Burbank,  
California, CA 91505  
Tel: +1 818 972 4370  
Fax: +1 818 972 4374

Email: info@gdc-tech.com

Website: www.gdc-tech.com

Copyright © 2009  
GDC Technology, Singapore.  
All rights reserved.

All trademarks listed in this  
brochure are properties of  
their respective owners.

Specifications are subject  
to change without notice  
due to ongoing product  
development and  
improvement.

GDC manufacturing  
facility is  
ISO 9001: 2000 certified.



PB-0001-0904-V1E

## SA-2100A Digital Cinema Server Technical Specifications

### Physical

Dimensions 482 (W) x 591 (D) x 177 (H) mm 4RU  
Weight 25kg (55lbs)

### Environmental

Operating temperature 5° to 40°C (41° to 104°F)  
Operating humidity 20% to 90%, non-condensing  
Operating altitude 10,000ft. above sea level

### Power

Power requirement 100 to 240V AC  $\pm$  10%,  
50/60Hz (15A max.)  
Max power consumption 300W  
Redundant power supplies Redundant internal hot swappable x 2  
Uninterrupted power supply (UPS) with surge protection (optional) 3-way, meets IEEE STD 587 Cat. A 6KV test

### Video Performance

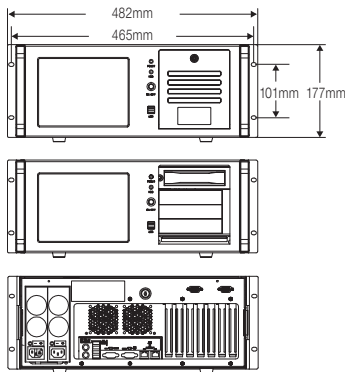
Formats 1280x720, 1280x1024, 1920x1080,  
2K (2048x1080), 4K (4096x2160 - video  
output is 2048x1080)  
Frame rates 23.98, 24, 25, 29.97, 50, 59.94, 60 fps  
Compression JPEG2000, MPEG2 MXF Interop  
Packaging DCI Digital Cinema Package (DCP)

### Video Output

Single link HD-SDI SMPTE 292M 10-bit 4:2:2 YUV  
Dual link HD-SDI SMPTE 372M 12-bit 4:4:4 RGB/X'Y'Z',  
Dual SMPTE 292M 10-bit 4:2:2 YUV  
(for 3D playback)  
Quad link HD-SDI ♦ Dual SMPTE 372M 12-bit 4:4:4 RGB/X'Y'Z',  
(optional) (for 3D or dual 2D playback)

### Audio Output

Digital uncompressed audio 16 channels (XLR-M x 8, AES/EBU)  
96/48 KHz, 16-bit/24-bit  
D-sub 26-pin  
Audio Offset +/- 50 frames



★ Only available in SA-2100A and SA-2100AQ

♦ Also available in SA-2100Q and SA-2100TQ

### System Interfaces

Ethernet 2 x RJ-45  
(1 x 10/100 BaseT,  
1 x 1000 BaseT)  
USB2.0 6 x USB A-Type male  
VGA D-sub 15-pin  
16-pin GPI I/Os D-sub 37-pin  
DVD-ROM drive ★ Read speed 8x  
HDD sled ★ CRU-Dataport DX 115  
DVB-ASI (optional) BNC, CENELEC  
EN 50083-9 standard  
270Mbps < 2.8ppm  
D-sub 9-pin  
RS232  
Modem Interface with remote sensing software

### Storage

Storage Redundant hot  
swappable 2000GB

### Security

AES 128-bit encrypted data storage  
GDC conditional access system  
CineLink II™ link encryption  
Thomson NexGuard® forensic watermarking  
FIPS 140-2 Level 3

### Subtitles

CineCanvas™ image and subtitling management

### Reference I/O

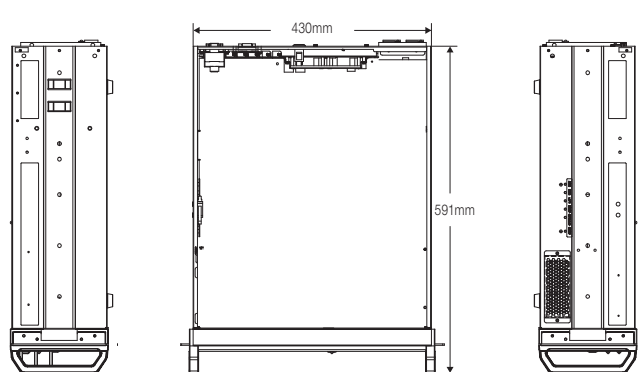
Analog Genlock Bi-level, Tri-level

### User Interface

Touch screen LCD panel Control of digital cinema servers  
and DLP Cinema® projectors  
Windows® PC network Remote access to the screen  
control management system (SMS)  
and server user interface

### Third-Party Integration Options

CineDigm Theatre Command Center® v3  
Library Management Server®  
RealD RealD 3D EQ  
WGBH Rear Window Captioning Device



## GDC Digital Cinema Server Series

The SA-2100 Digital Cinema Server is available in various configurations to suit the differing needs of cinema owners. Cinemas that already utilize a theatre management system (TMS) will find the SA-2100T and SA-2100TQ a cost efficient choice. Meanwhile, cinemas not using TMS can benefit from the increased ingest options of the SA-2100A and SA-2100AQ.

Model No.	SA-2100	SA-2100Q	SA-2100T	SA-2100TQ	SA-2100A	SA-2100AQ
Description	Basic Model	Basic Model with Quad-Link	Advanced Model for TMS Integration	Advanced Model with Quad-Link for TMS Integration	Advanced Model	Advanced Model with Quad-Link
DVD-ROM Drive					●	●
HDD Sled					●	●
Redundant Power Supply			●	●	●	●
GPI/O			●	●	●	●
Hot-Swappable HDD x 3 units			●	●	●	●
Quad-Link HD-SDI		●		●		●

# Kinoton Remote Service



## **The Kinoton Remote Service platform opens up new possibilities for servicing complex D-Cinema installations.**

The highly secured KRS system, based on state-of-the-art Internet technologies, allows authorized service engineers to access connected D-Cinema installations anywhere in the world. This facilitates solving faults in the shortest possible time, reducing downtimes and in the best case even saving the customer's next show. Typical maintenance and service jobs like log file extraction, troubleshooting and software setups/updates can also be performed remotely, without an on-site visit.

## Top Features

- » Access via trusted Kinoton KRS server platform
- » Customer has full authority about remote access by means of a user-specific Kinoton Security Key
- » Worldwide accessibility
- » Minimizes downtimes
- » Early identification of upcoming technical problems
- » Online support for user applications
- » Cost-saving: in best case on-site visits are not required
- » Detailed information in advance for preparing on-site visits (problem already verified, required spares known etc.)

### **Possible Remote Activities:**

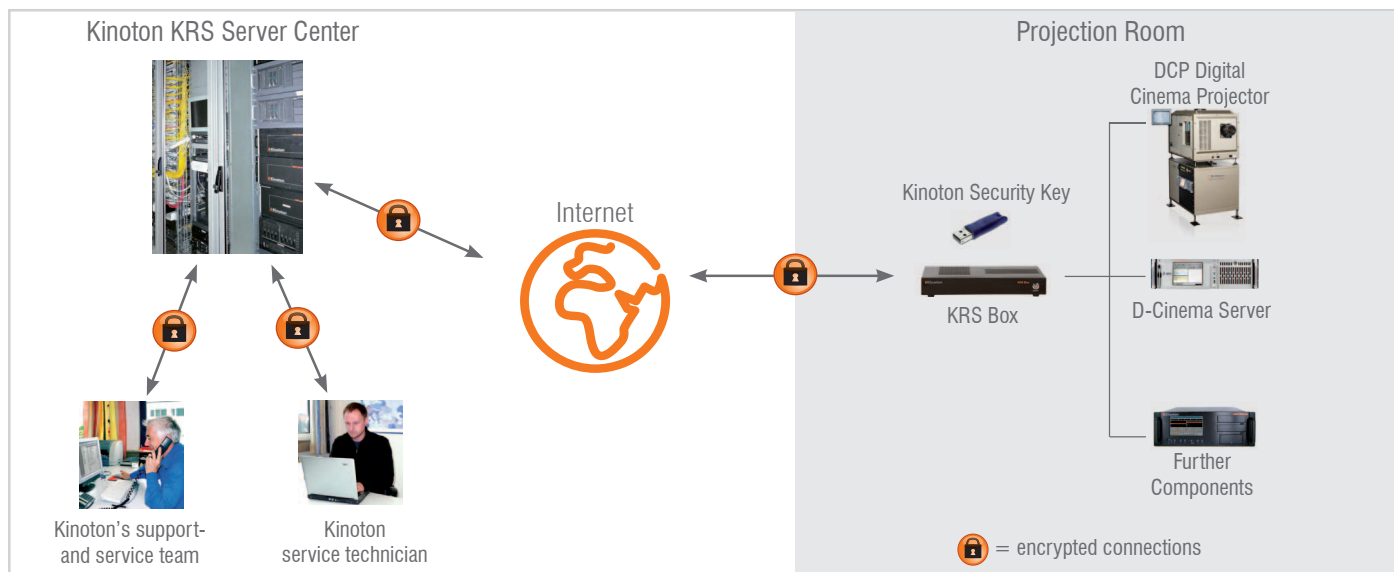
- » Log file analysis
- » Status requests
- » Execution of test routines

- » Read-out of error messages
- » System administration
- » Set-up adjustment
- » Software and firmware updates

### **Security Features:**

- » Sophisticated user and user group management for utmost customer protection
- » Encrypted connections between theatre, engineers' laptops and Kinoton Remote Service server for highest possible protection against unauthorized access
- » State-of-the-art firewall protection
- » Secure user authentication via forgery-proof hardware key (Kinoton Security Key) prevents unauthorized access

## Kinoton Remote Service Tool



Encrypted connections prevent access of unauthorized third party from outside of the projection room. The Kinoton Remote Service Tool is authoritatively secured by the Kinoton Security Key.

### Kinoton Remote Service Box (KRS Box)

The KRS Box provides a secure access to the Kinoton Remote Service Server. It is completely pre-installed and readily configured, facilitating the integration of the customer D-Cinema system into the Remote Service System and reducing the time needed for installation.



### Kinoton Security Key

The Security Key is an absolutely forgery-proof electronic hardware key giving full control over the remote service access. It serves as a user-specific "ignition key". The theatre owner can prevent any remote access to the connected D-Cinema systems by simply drawing the Security Key from the respective KRS Box. Every authorized service engineer also owns an individual Security Key that ensures that the engineer can only access the D-Cinema systems belonging to his specific user group. Furthermore the Security Key guarantees the secure encryption of the connections between the KRS server, the D-Cinema systems and the laptops of the service engineers.



### Technical Requirements at the Theatre

- » 1 Kinoton Remote Service Box (KRS Box) per screen
- » 1 Kinoton Security Key per screen
- » Kinoton Remote Service software
- » ADSL Internet access in the booth (provided by customer)
- » Networking of all serviced devices in the booth (Ethernet, RS232, USB etc.) with the KRS Box



### Kinoton GmbH

Industriestrasse 20a  
82110 Germering / Germany  
Phone +49 (0)89 894446-0  
Fax +49 (0)89 8402002  
welcome@kinoton.de  
www.kinoton.com

Spectral™ 240 3D screens are considered by leading cinema exhibitors and special venue operators worldwide to be the optimum 3D projection surfaces. Silver aluminium flake based coating applied to a unique base material provides high gain characteristics, very low depolarisation level (extinction ratio) and excellent colour temperature. The surface type also supports conventional 2D pictures. Noted for invisible seams under normal projection conditions.

	Spectral 240	Spectral 240 MP
<b>Application</b>	Cinema (particularly suitable for polarised 3D systems), Screening Room, Roller Screen and 4D Theme Rides	
<b>View Distance</b>	Minimum of 5mtr (15') recommended on perforated surfaces	Minimum of 1.5m (5')
<b>Maximum Size</b>	USA manufacture 23.77 x 12.19m (78' x 40') Europe manufacture 33m x 11m (108' 3" x 36' 1")	
<b>Perforation Size</b>	Ø1.2mm (0.047")	Ø0.50mm (0.020")
<b>Perforation Density</b>	4.5%	1.7%
<b>Weight</b>	0.50kg/m <sup>2</sup> (0.10lb/ft <sup>2</sup> )	
<b>Eyelet Spacing</b>	150mm (6") nominal (US) / 200mm (8") France	
<b>Typical Packing</b>	Rolled in a cardboard tube; packed in a long wooden box when height is over 7m (23').	
<b>Fire Certification</b>	UK BS 5867 Part 2, USA NFPA 701, France M2, Germany B1, Japan BT-08-050 & Korea (regulation requires certification from importing company) and Australia.	
<b>Surface Edging Options</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Web and eye (grommet). Triple fold web integral with surface</li> <li>• Cloth web and fixings (snaps) for press stud frames</li> <li>• Cut square (unfinished edge)</li> <li>• Preformed pipe pocket any size on any side</li> <li>• Straight sides or shaped to special order</li> </ul>	

### Despatch/Storage

Screens should normally be transported and stored at temperatures between 5°C and 30°C (40°F and 85°F), with relative humidity less than 80%. If screens are very cold (e.g. following air transport) then they must be allowed to warm up before unpacking, otherwise cold cracking may occur. Screens should be installed within a maximum of 2 months of shipping. Packages should be handled with care to avoid damage. Spectral™ 240 cannot be folded for transit or storage; roll packing must always be used.

### Installation

The following principles should be followed when installing Harkness Perlux screen surfaces:

- The auditorium should be clean with no building works taking place.
- Installation should be at ambient temperature (20/24°C-68/75°F).
- Care should be taken to avoid the screen coming into contact with sharp objects during installation.
- Excessive loads should not be placed on any specific point of the screen.
- Use of cotton gloves is recommended.
- The viewing surface should not be touched (the rear of the screen is identified by the product label).
- Creasing should be minimised during installation.

There are two principal methods to install the screen:

- Flying the screen by attaching several tie lines to the top of the screen, passing these over the top of the frame and using them to pull the screen into place.
- Unrolling the screen vertically across the front of the frame.

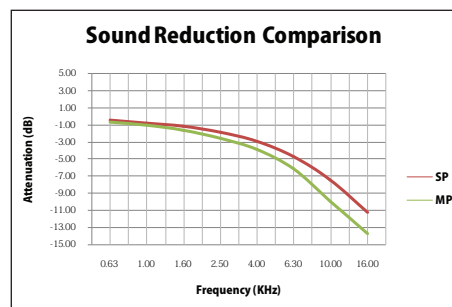
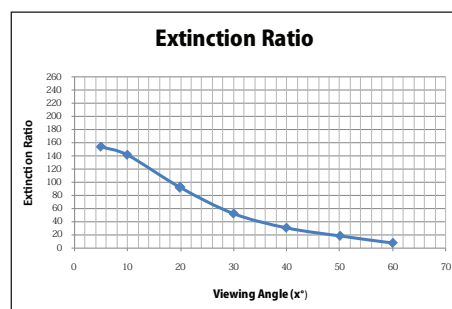
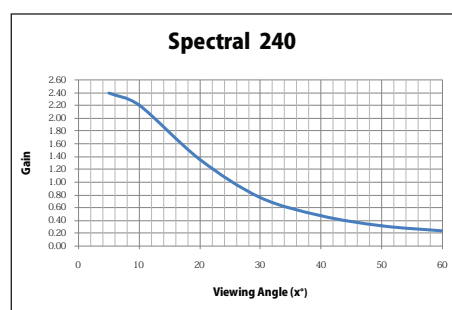
Using one of these methods, the screen surface is loosely attached to the top of the frame. After this, the top of the screen is fully attached to the top lacing bar by working from the centre out using each eyelet.

The lower edge of the screen should then be laced from the centre outwards, applying sufficient tension to pull the screen flat. Typically, the screen can be stretched up to 5% of its height at ambient temperature of 20/24°C-68/75°F using sisal cord lacing. Side lacing should be from the top down and sufficient to remove the flutes. Excessive side tension should be avoided, particularly on a curved frame, as it will result in straightening of the screen across the curve (belly).

Springs or elasticated ties are not recommended to install Harkness surfaces. The above method can be used for both lace-in and for wrap-round frames. Normally, two people are sufficient to install a screen.

### Care and Maintenance

The general environment where the screen is installed should be kept reasonably clean to avoid dirt and dust build-up. Screens can be periodically cleaned using a soft brush or cloth, doing this vertically with limited pressure. Screens can be cleaned using a damp cloth wetted with water and a mild detergent. Under no circumstances should screens be cleaned with abrasive materials or harsh chemicals such as acids, bleaches or solvents. Harkness Screens is not liable for damage caused to screens through the use of inappropriate cleaning methods or chemicals.



In the interest of product enhancement, Harkness Screens reserves the right to introduce modifications or alterations without notice.



UK: +44 (0)1438 725 200 | USA: +1 540 370 1590  
 FR: +33 238 979 776 | CN: +86 106 202 3923  
 Email: sales@harkness-screens.com | Web: www.harkness-screens.com



## **ANEXOS**

## **ANEXO I: TABLAS DE AJUSTES DE NIVEL**

ALTAVOZ C (85dBC)

Frecuencia	Total SPL	Ponderación C	Ponderación C	Nivel de presión	Banda + EQ	Total ponderado (EQ)	Nivel total (dBC)	Nivel total (dB)
100 Hz	105	-0,3	104,7	29512092267	118,63	118,33	118,33	118,63
125 Hz	105	-0,17	104,83	30408850257	118,61	118,44	118,44	118,61
160 Hz	105	-0,08	104,92	31045595881	119,53	119,45	119,45	119,53
200 Hz	105	-0,03	104,97	31405086939	120,33	120,30	120,30	120,33
250 Hz	105	0	105	31622776602	121,02	121,02	121,02	121,02
315 Hz	105	0,02	105,02	31768740706	122,19	122,21	122,21	122,19
400 Hz	105	0,03	105,03	31841975217	123,25	123,28	123,28	123,25
500 Hz	105	0,03	105,03	31841975217	124,18	124,21	124,21	124,18
630 Hz	105	0,03	105,03	31841975217	124,60	124,63	124,63	124,60
800 Hz	105	0,02	105,02	31768740706	124,99	125,01	125,01	124,99
1000 Hz	105	0	105	31622776602	125,34	125,34	125,34	125,34
1250 Hz	105	-0,03	104,97	31405086939	125,79	125,76	125,76	125,79
1600 Hz	105	-0,09	104,91	30974192992	126,13	126,04	126,04	126,13
2000 Hz	105	-0,17	104,83	30408850257	126,41	126,24	126,24	126,41
2500 Hz	104	-0,3	103,7	23442288153	125,33	125,03	125,03	125,33
3150 Hz	103	-0,5	102,5	17782794100	124,29	123,79	123,79	124,29
4000 Hz	102	-0,83	101,17	13091819230	123,22	122,39	122,39	123,22
5000 Hz	101	-1,29	99,71	9354056741	122,40	121,11	121,11	122,40
6300 Hz	100	-1,99	98,01	6324118514	121,65	119,66	119,66	121,65
8000 Hz	99	-3,05	95,95	3935500755	121,03	117,98	117,98	121,03
10000 H	98	-4,41	93,59	2285598803	120,60	116,19	116,19	120,60

Presión total

5,13685E+11

Nivel total

103,885

Diferencia      Nivel total - 85

18,885

Tabla 1. Ajuste de nivel del altavoz de pantalla C.

Altavoz C

Frecuencia	Nivel total simulado	Nivel total ponderado	Nivel de presión
100 Hz	86,12	85,82	381944270,8
125 Hz	86,12	85,95	393550075,5
160 Hz	86,12	86,04	401790810,8
200 Hz	86,12	86,09	406443329,2
250 Hz	86,12	86,12	409260659,7
315 Hz	86,12	86,14	411149721,1
400 Hz	86,12	86,15	412097519,1
500 Hz	86,12	86,15	412097519,1
630 Hz	86,12	86,15	412097519,1
800 Hz	86,12	86,14	411149721,1
1000 Hz	86,12	86,12	409260659,7
1250 Hz	86,12	86,09	406443329,2
1600 Hz	86,12	86,03	400866717,6
2000 Hz	86,12	85,95	393550075,5
2500 Hz	85,12	84,82	303389118,4
3150 Hz	84,12	83,62	230144181,7
4000 Hz	83,12	82,29	169433780
5000 Hz	82,12	80,83	121059813,4
6300 Hz	81,12	79,13	81846478,81
8000 Hz	80,12	77,07	50933087,11
10000 H	79,12	74,71	29580124,67
Presión total			6648088512
Nivel total			85,00

Tabla 2. Comprobación del ajuste de nivel del altavoz de pantalla C.

ALTAVOZ R (85dBC)

Frecuencia	Total SPL	Ponderación C	Total ponderado	Nivel de presión	Banda + EQ	Total ponderado (EQ)	Nivel total (dBC)	Nivel total (dB)
100 Hz	105	-0,3	104,7	29512092267	118,64	118,34	99,46	99,76
125 Hz	105	-0,17	104,83	30408850257	118,62	118,45	99,57	99,74
160 Hz	105	-0,08	104,92	31045595881	119,55	119,47	100,59	100,67
200 Hz	105	-0,03	104,97	31405086939	120,35	120,32	101,44	101,47
250 Hz	105	0	105	31622776602	121,04	121,04	102,16	102,16
315 Hz	105	0,02	105,02	31768740706	122,21	122,23	103,35	103,33
400 Hz	105	0,03	105,03	31841975217	123,28	123,31	104,43	104,40
500 Hz	105	0,03	105,03	31841975217	124,21	124,24	105,36	105,33
630 Hz	105	0,03	105,03	31841975217	124,61	124,64	105,76	105,73
800 Hz	105	0,02	105,02	31768740706	124,99	125,01	106,13	106,11
1000 Hz	105	0	105	31622776602	125,32	125,32	106,44	106,44
1250 Hz	105	-0,03	104,97	31405086939	125,81	125,78	106,90	106,93
1600 Hz	105	-0,09	104,91	30974192992	126,21	126,12	107,24	107,33
2000 Hz	105	-0,17	104,83	30408850257	126,56	126,39	107,51	107,68
2500 Hz	104	-0,3	103,7	23442288153	125,47	125,17	106,29	106,59
3150 Hz	103	-0,5	102,5	17782794100	124,42	123,92	105,04	105,54
4000 Hz	102	-0,83	101,17	13091819230	123,34	122,51	103,63	104,46
5000 Hz	101	-1,29	99,71	9354056741	122,52	121,23	102,35	103,64
6300 Hz	100	-1,99	98,01	6324118514	121,77	119,78	100,90	102,89
8000 Hz	99	-3,05	95,95	3935500755	121,15	118,10	99,22	102,27
10000 H	98	-4,41	93,59	2285598803	120,71	116,30	97,42	101,83
Presión total								5,13685E+11
Nivel total								103,885
Diferencia								18,885

Tabla 3. Ajuste de nivel del altavoz de pantalla R

## Altavoz R

Frecuencia	Nivel total simulado	Nivel total ponderado	Nivel de presión
100 Hz	86,12	85,82	381944512,4
125 Hz	86,12	85,95	393550324,3
160 Hz	86,12	86,04	401791065
200 Hz	86,12	86,09	406443586,2
250 Hz	86,12	86,12	409260918,6
315 Hz	86,12	86,14	411149981,1
400 Hz	86,12	86,15	412097779,7
500 Hz	86,12	86,15	412097779,7
630 Hz	86,12	86,15	412097779,7
800 Hz	86,12	86,14	411149981,1
1000 Hz	86,12	86,12	409260918,6
1250 Hz	86,12	86,09	406443586,2
1600 Hz	86,12	86,03	400866971,1
2000 Hz	86,12	85,95	393550324,3
2500 Hz	85,12	84,82	303389310,3
3150 Hz	84,12	83,62	230144327,3
4000 Hz	83,12	82,29	169433887,2
5000 Hz	82,12	80,83	121059889,9
6300 Hz	81,12	79,13	81846530,58
8000 Hz	80,12	77,07	50933119,32
10000 H	79,12	74,71	29580143,37
<b>Presión total</b>			<b>6648092716</b>
<b>Nivel total</b>			<b>85,00</b>

Tabla 4. Comprobación del ajuste de nivel del altavoz de pantalla R.

ALTAVOZ L (85dBC)

Frecuencia	Total SPL	Ponderación C	Total ponderado	Nivel de presión	Banda + EQ	Total ponderado (EQ)	Nivel total (dBC)	Nivel total (dB)
100 Hz	105	-0,3	104,7	29512092267	118,64	118,34	99,46	99,76
125 Hz	105	-0,17	104,83	30408850257	118,62	118,45	99,57	99,74
160 Hz	105	-0,08	104,92	31045595881	119,55	119,47	100,59	100,67
200 Hz	105	-0,03	104,97	31405086939	120,35	120,32	101,44	101,47
250 Hz	105	0	105	31622776602	121,04	121,04	102,16	102,16
315 Hz	105	0,02	105,02	31768740706	122,21	122,23	103,35	103,33
400 Hz	105	0,03	105,03	31841975217	123,28	123,31	104,43	104,40
500 Hz	105	0,03	105,03	31841975217	124,21	124,24	105,36	105,33
630 Hz	105	0,03	105,03	31841975217	124,61	124,64	105,76	105,73
800 Hz	105	0,02	105,02	31768740706	124,99	125,01	106,13	106,11
1000 Hz	105	0	105	31622776602	125,32	125,32	106,44	106,44
1250 Hz	105	-0,03	104,97	31405086939	125,81	125,78	106,90	106,93
1600 Hz	105	-0,09	104,91	30974192992	126,21	126,12	107,24	107,33
2000 Hz	105	-0,17	104,83	30408850257	126,56	126,39	107,51	107,68
2500 Hz	104	-0,3	103,7	23442288153	125,47	125,17	106,29	106,59
3150 Hz	103	-0,5	102,5	17782794100	124,42	123,92	105,04	105,54
4000 Hz	102	-0,83	101,17	13091819230	123,34	122,51	103,63	104,46
5000 Hz	101	-1,29	99,71	9354056741	122,52	121,23	102,35	103,64
6300 Hz	100	-1,99	98,01	6324118514	121,77	119,78	100,90	102,89
8000 Hz	99	-3,05	95,95	3935500755	121,15	118,10	99,22	102,27
10000 H	98	-4,41	93,59	2285598803	120,71	116,30	97,42	101,83
Presión total								5,13685E+11
Nivel total								103,885
Diferencia								18,885

Tabla 5. Ajuste de nivel del altavoz de pantalla L.

## Altavoz L

Frecuencia	Nivel total simulado	Nivel total ponderado	Nivel de presión
100 Hz	86,12	85,82	381944270,8
125 Hz	86,12	85,95	393550075,5
160 Hz	86,12	86,04	401790810,8
200 Hz	86,12	86,09	406443329,2
250 Hz	86,12	86,12	409260659,7
315 Hz	86,11	86,13	410204103
400 Hz	86,12	86,15	412097519,1
500 Hz	86,12	86,15	412097519,1
630 Hz	86,12	86,15	412097519,1
800 Hz	86,12	86,14	411149721,1
1000 Hz	86,12	86,12	409260659,7
1250 Hz	86,12	86,09	406443329,2
1600 Hz	86,12	86,03	400866717,6
2000 Hz	86,12	85,95	393550075,5
2500 Hz	85,12	84,82	303389118,4
3150 Hz	84,11	83,61	229614864,8
4000 Hz	83,12	82,29	169433780
5000 Hz	82,12	80,83	121059813,4
6300 Hz	81,12	79,13	81846478,81
8000 Hz	80,12	77,07	50933087,11
10000 H	79,12	74,71	29580124,67
<b>Presión total</b>			<b>6646613577</b>
<b>Nivel total</b>			<b>85,00</b>

Tabla 6. Comprobación del ajuste de nivel del altavoz de pantalla L.



SL (82dBC)

Frecuencia	Total SPL	Ponderación C	Total ponderado	Nivel de presión	Banda + EQ	Total ponderado (EQ)	Nivel total (dBC)	Nivel total (dB)
100 Hz	100	-0,3	99,7	9332543008	105,94	105,64	88,76	89,06
125 Hz	100	-0,17	99,83	9616122784	105,88	105,71	88,83	89,00
160 Hz	100	-0,08	99,92	9817479430	106,49	106,41	89,53	89,61
200 Hz	100	-0,03	99,97	9931160484	107,27	107,24	90,36	90,39
250 Hz	100	0	100	10000000000	108,26	108,26	91,38	91,38
315 Hz	100	0,02	100,02	10046157903	109,63	109,65	92,77	92,75
400 Hz	100	0,03	100,03	10069316689	110,64	110,67	93,79	93,76
500 Hz	100	0,03	100,03	10069316689	111,68	111,71	94,83	94,80
630 Hz	100	0,03	100,03	10069316689	112,48	112,51	95,63	95,60
800 Hz	100	0,02	100,02	10046157903	113,01	113,03	96,15	96,13
1000 Hz	100	0	100	10000000000	112,83	112,83	95,95	95,95
1250 Hz	100	-0,03	99,97	9931160484	114,00	113,97	97,09	97,12
1600 Hz	100	-0,09	99,91	9794899854	114,95	114,86	97,98	98,07
2000 Hz	100	-0,17	99,83	9616122784	116,41	116,24	99,36	99,53
2500 Hz	99	-0,3	98,7	7413102413	115,63	115,33	98,45	98,75
3150 Hz	98	-0,5	97,5	5623413252	114,62	114,12	97,24	97,74
4000 Hz	97	-0,83	96,17	4139996748	113,45	112,62	95,74	96,57
5000 Hz	96	-1,29	94,71	2958012467	112,92	111,63	94,75	96,04
6300 Hz	95	-1,99	93,01	1999861870	112,49	110,50	93,62	95,61
8000 Hz	94	-3,05	90,95	1244514612	111,65	108,60	91,72	94,77
10000 H	93	-4,41	88,59	722769803,6	110,78	106,37	89,49	93,90
Presión total								
1,62441E+11								
Nivel total								
98,885								
Diferencia								
Nivel total - 82								
16,885								

Tabla 7. Ajuste de nivel de los altavoces surround L.

Frecuencia	Nivel total simulado	Nivel total ponderado	Nivel de presión
100 Hz	83,12	82,82	191425713,6
125 Hz	83,12	82,95	197242398,4
160 Hz	83,12	83,04	201372552,3
200 Hz	83,12	83,09	203704336,6
250 Hz	83,12	83,12	205116347,6
315 Hz	83,12	83,14	206063121,6
400 Hz	83,11	83,14	206063020,3
500 Hz	83,15	83,18	207969741,8
630 Hz	83,15	83,18	207969741,8
800 Hz	83,15	83,17	207491424,6
1000 Hz	83,15	83,15	206538088,1
1250 Hz	83,13	83,10	204173665,3
1600 Hz	83,12	83,03	200909408,3
2000 Hz	83,12	82,95	197242398,4
2500 Hz	82,12	81,82	152054849,1
3150 Hz	81,12	80,62	115345398,7
4000 Hz	80,12	79,29	84918101,21
5000 Hz	79,13	77,84	60813461,67
6300 Hz	78,12	76,13	41020436,24
8000 Hz	77,12	74,07	25527029,17
10000 H	76,12	71,71	14825190,23
<b>Presión total</b>			<b>3337786425</b>
<b>Nivel total</b>			<b>82,01</b>

Tabla 8. Comprobación del ajuste de nivel del altavoces de surround L.

SR (82dBC)

Frecuencia	Total SPL	Ponderación C	Total ponderado	Nivel de presión	Banda + EQ	Total ponderado (EQ)	Nivel total (dBC)	Nivel total (dB)
100 Hz	100	-0,3	99,7	9332543008	105,95	105,65	88,77	89,07
125 Hz	100	-0,17	99,83	9616122784	105,92	105,75	88,87	89,04
160 Hz	100	-0,08	99,92	9817479430	106,53	106,45	89,57	89,65
200 Hz	100	-0,03	99,97	9931160484	107,30	107,27	90,39	90,42
250 Hz	100	0	100	10000000000	108,29	108,29	91,41	91,41
315 Hz	100	0,02	100,02	10046157903	109,64	109,66	92,78	92,76
400 Hz	100	0,03	100,03	10069316689	110,66	110,69	93,81	93,78
500 Hz	100	0,03	100,03	10069316689	111,69	111,72	94,84	94,81
630 Hz	100	0,03	100,03	10069316689	112,48	112,51	95,63	95,60
800 Hz	100	0,02	100,02	10046157903	113,01	113,03	96,15	96,13
1000 Hz	100	0	100	10000000000	112,83	112,83	95,95	95,95
1250 Hz	100	-0,03	99,97	9931160484	113,99	113,96	97,08	97,11
1600 Hz	100	-0,09	99,91	9794899854	114,94	114,85	97,97	98,06
2000 Hz	100	-0,17	99,83	9616122784	116,41	116,24	99,36	99,53
2500 Hz	99	-0,3	98,7	7413102413	115,64	115,34	98,46	98,76
3150 Hz	98	-0,5	97,5	5623413252	114,63	114,13	97,25	97,75
4000 Hz	97	-0,83	96,17	4139996748	113,46	112,63	95,75	96,58
5000 Hz	96	-1,29	94,71	2958012467	112,92	111,63	94,75	96,04
6300 Hz	95	-1,99	93,01	1999861870	112,49	110,50	93,62	95,61
8000 Hz	94	-3,05	90,95	1244514612	111,66	108,61	91,73	94,78
10000 H	93	-4,41	88,59	722769803,6	110,78	106,37	89,49	93,90
Presión total								
1,62441E+11								
Nivel total								
98,885								
Diferencia								
Nivel total - 82								
16,885								

Tabla 9. Ajuste de nivel de los altavoces surround R.

Frecuencia	Nivel total simulado	Nivel total ponderado	Nivel de presión
100 Hz	83,12	82,82	191425713,6
125 Hz	83,12	82,95	197242398,4
160 Hz	83,12	83,04	201372552,3
200 Hz	83,12	83,09	203704336,6
250 Hz	83,12	83,12	205116347,6
315 Hz	83,12	83,14	206063121,6
400 Hz	83,12	83,15	206538146,2
500 Hz	83,15	83,18	207969741,8
630 Hz	83,15	83,18	207969741,8
800 Hz	83,15	83,17	207491424,6
1000 Hz	83,15	83,15	206538088,1
1250 Hz	83,12	83,09	203704336,6
1600 Hz	83,12	83,03	200909408,3
2000 Hz	83,12	82,95	197242398,4
2500 Hz	82,13	81,83	152405179
3150 Hz	81,11	80,61	115080055,1
4000 Hz	80,12	79,29	84918101,21
5000 Hz	79,12	77,83	60673671,33
6300 Hz	78,12	76,13	41020436,24
8000 Hz	77,12	74,07	25527029,17
10000 H	76,12	71,71	14825190,23
<b>Presión total</b>			<b>3337737418</b>
<b>Nivel total</b>			<b>82,01</b>

Tabla 10. Comprobación del ajuste de nivel de los altavoces de surround R.

SB (82dBC)

Frecuencia	Total SPL	Ponderación C	Total ponderado	Nivel de presión	Banda + EQ	Total ponderado (EQ)	Nivel total (dBC)	Nivel total (dB)
100 Hz	101	-0,3	100,7	11748975549	104,27	103,97	86,09	86,39
125 Hz	101	-0,17	100,83	12105981336	104,12	103,95	86,07	86,24
160 Hz	101	-0,08	100,92	12359474334	104,59	104,51	86,63	86,71
200 Hz	101	-0,03	100,97	12502590302	105,33	105,30	87,42	87,45
250 Hz	101	0	101	12589254118	106,31	106,31	88,43	88,43
315 Hz	101	0,02	101,02	12647363475	107,43	107,45	89,57	89,55
400 Hz	101	0,03	101,03	12676518659	108,33	108,36	90,48	90,45
500 Hz	101	0,03	101,03	12676518659	109,72	109,75	91,87	91,84
630 Hz	101	0,03	101,03	12676518659	110,95	110,98	93,10	93,07
800 Hz	101	0,02	101,02	12647363475	111,22	111,24	93,36	93,34
1000 Hz	101	0	101	12589254118	110,44	110,44	92,56	92,56
1250 Hz	101	-0,03	100,97	12502590302	112,04	112,01	94,13	94,16
1600 Hz	101	-0,09	100,91	12331048332	114,47	114,38	96,50	96,59
2000 Hz	101	-0,17	100,83	12105981336	116,18	116,01	98,13	98,30
2500 Hz	100	-0,3	99,7	9332543008	115,25	114,95	97,07	97,37
3150 Hz	99	-0,5	98,5	7079457844	113,93	113,43	95,55	96,05
4000 Hz	98	-0,83	97,17	5211947111	113,69	112,86	94,98	95,81
5000 Hz	97	-1,29	95,71	3723917063	113,74	112,45	94,57	95,86
6300 Hz	96	-1,99	94,01	2517676928	113,85	111,86	93,98	95,97
8000 Hz	95	-3,05	91,95	1566751070	113,16	110,11	92,23	95,28
10000 H	94	-4,41	89,59	909913272,6	111,89	107,48	89,60	94,01
Presión total								
							2,04502E+11	
Nivel total								
							99,885	
Diferencia								
							Nivel total - 82	
							17,885	

Tabla 11. Ajuste de nivel de los altavoces surround traseros.

Frecuencia	Nivel total simulado	Nivel total ponderado	Nivel de presión
100 Hz	83,11	82,81	190985352,7
125 Hz	83,12	82,95	197242398,4
160 Hz	83,11	83,03	200909309,5
200 Hz	83,13	83,10	204173665,3
250 Hz	83,12	83,12	205116347,6
315 Hz	83,13	83,15	206537885
400 Hz	83,12	83,15	206538146,2
500 Hz	83,15	83,18	207969741,8
630 Hz	83,15	83,18	207969741,8
800 Hz	83,15	83,17	207491424,6
1000 Hz	83,15	83,15	206538088,1
1250 Hz	83,12	83,09	203704336,6
1600 Hz	83,11	83,02	200447230,9
2000 Hz	83,12	82,95	197242398,4
2500 Hz	82,12	81,82	152054849,1
3150 Hz	81,12	80,62	115345398,7
4000 Hz	80,12	79,29	84918101,21
5000 Hz	79,12	77,83	60673671,33
6300 Hz	78,12	76,13	41020436,24
8000 Hz	77,12	74,07	25527029,17
10000 H	76,12	71,71	14825190,23
<b>Presión total</b>			<b>3337230743</b>
<b>Nivel total</b>			<b>82,01</b>

Tabla 12. Comprobación del ajuste de nivel de los altavoces de surround traseros.

LFE (95dBC)

Frecuencia	Total SPL	Ponderación C	Total ponderado	Nivel de presión	Nivel total (dBC)	Nivel total (dB)	Nivel total (dBC)	Nivel total (dB)
100 Hz	124,28	-0,30	123,98	2,50035E+12	131,79	132,09	103,06	103,36
125 Hz	124,30	-0,17	124,13	2,58821E+12	131,79	131,96	102,93	103,10
160 Hz	124,07	-0,08	123,99	2,50611E+12	131,79	131,87	102,84	102,92
200 Hz	0,00	0,00	0,00	1	0	0	0,00	0,00
250 Hz	0,00	0,00	0,00	1	0	0	0,00	0,00
315 Hz	0,00	0,00	0,00	1	0	0	0,00	0,00
400 Hz	0,00	0,00	0,00	1	0	0	0,00	0,00
500 Hz	0,00	0,00	0,00	1	0	0	0,00	0,00
630 Hz	0,00	0,00	0,00	1	0	0	0,00	0,00
800 Hz	0,00	0,00	0,00	1	0	0	0,00	0,00
1000 Hz	0,00	0,00	0,00	1	0	0	0,00	0,00
1250 Hz	0,00	0,00	0,00	1	0	0	0,00	0,00
1600 Hz	0,00	0,00	0,00	1	0	0	0,00	0,00
2000 Hz	0,00	0,00	0,00	1	0	0	0,00	0,00
2500 Hz	0,00	0,00	0,00	1	0	0	0,00	0,00
3150 Hz	0,00	0,00	0,00	1	0	0	0,00	0,00
4000 Hz	0,00	0,00	0,00	1	0	0	0,00	0,00
5000 Hz	0,00	0,00	0,00	1	0	0	0,00	0,00
6300 Hz	0,00	0,00	0,00	1	0	0	0,00	0,00
8000 Hz	0,00	0,00	0,00	1	0	0	0,00	0,00
10000 H	0,00	0,00	0,00	1	0	0	0,00	0
Presión total								
							7,59467E+12	
Nivel total								
							124,034	
Diferencia								
							Nivel total - 95	
							29,034	

Tabla 13. Ajuste de nivel de los altavoces de efectos de baja frecuencia.

## LFE

Frecuencia	Nivel total simulado	Nivel total ponderado	Nivel de presión
100 Hz	95,81	95,51	3556313186
125 Hz	95,61	95,44	3499451670
160 Hz	95,2	95,12	3250872974
200 Hz	0	0	1
250 Hz	0	0	1
315 Hz	0	0	1
400 Hz	0	0	1
500 Hz	0	0	1
630 Hz	0	0	1
800 Hz	0	0	1
1000 Hz	0	0	1
1250 Hz	0	0	1
1600 Hz	0	0	1
2000 Hz	0	0	1
2500 Hz	0	0	1
3150 Hz	0	0	1
4000 Hz	0	0	1
5000 Hz	0	0	1
6300 Hz	0	0	1
8000 Hz	0	0	1
10000 H	0	0	1
<b>Presión total</b>			<b>10306637848</b>
<b>Nivel total</b>			<b>95,36</b>

Tabla 14. Comprobación del ajuste de nivel de los altavoces de efectos de baja frecuencia.



## **ANEXO II: ACOTACIONES DE LA SALA**

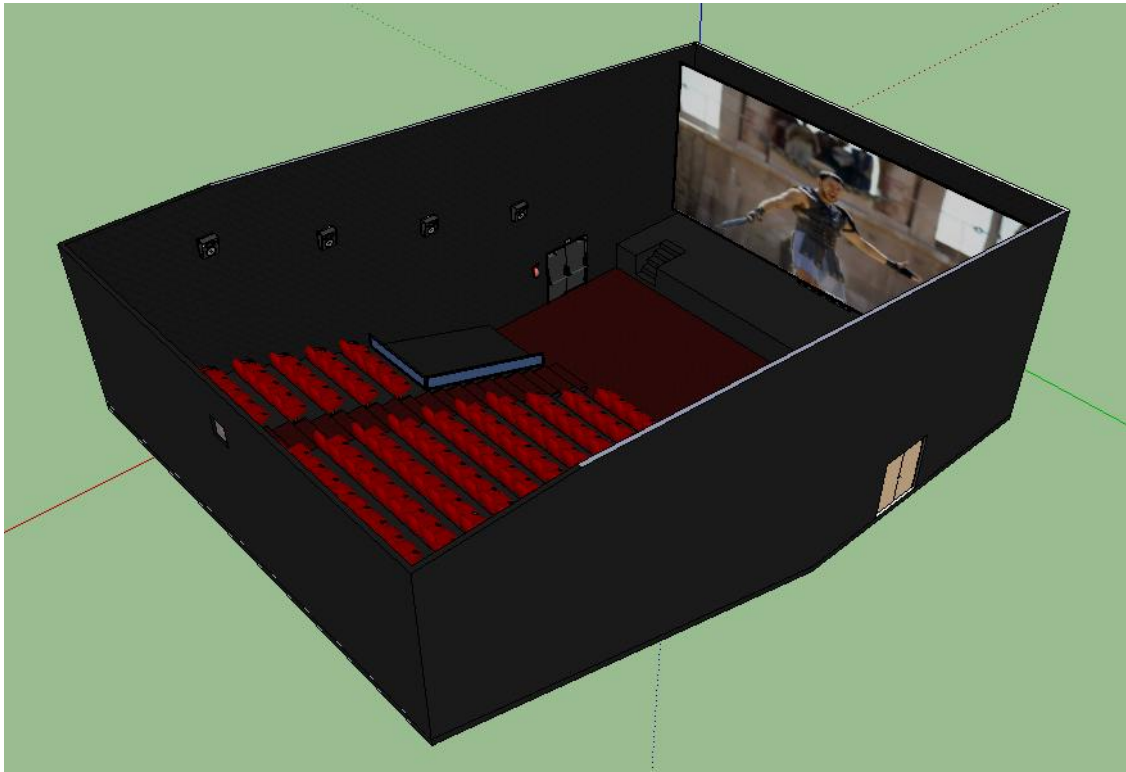


Ilustración 1. Vista 3D de la sala.

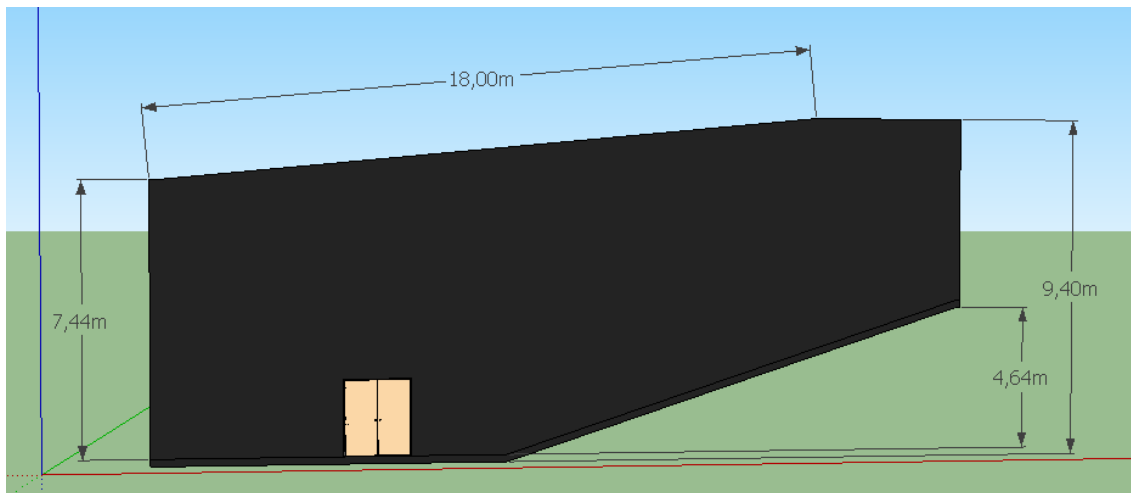


Ilustración 2. Perfil de la sala.

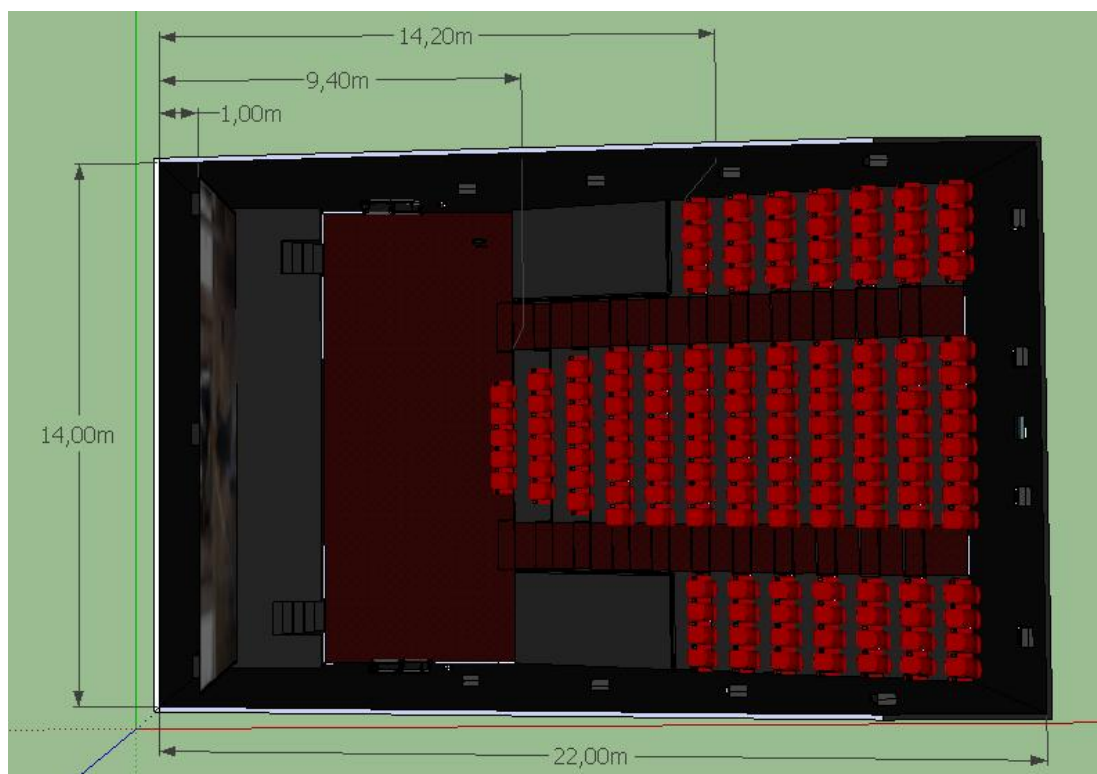


Ilustración 3. Planta de la sala.

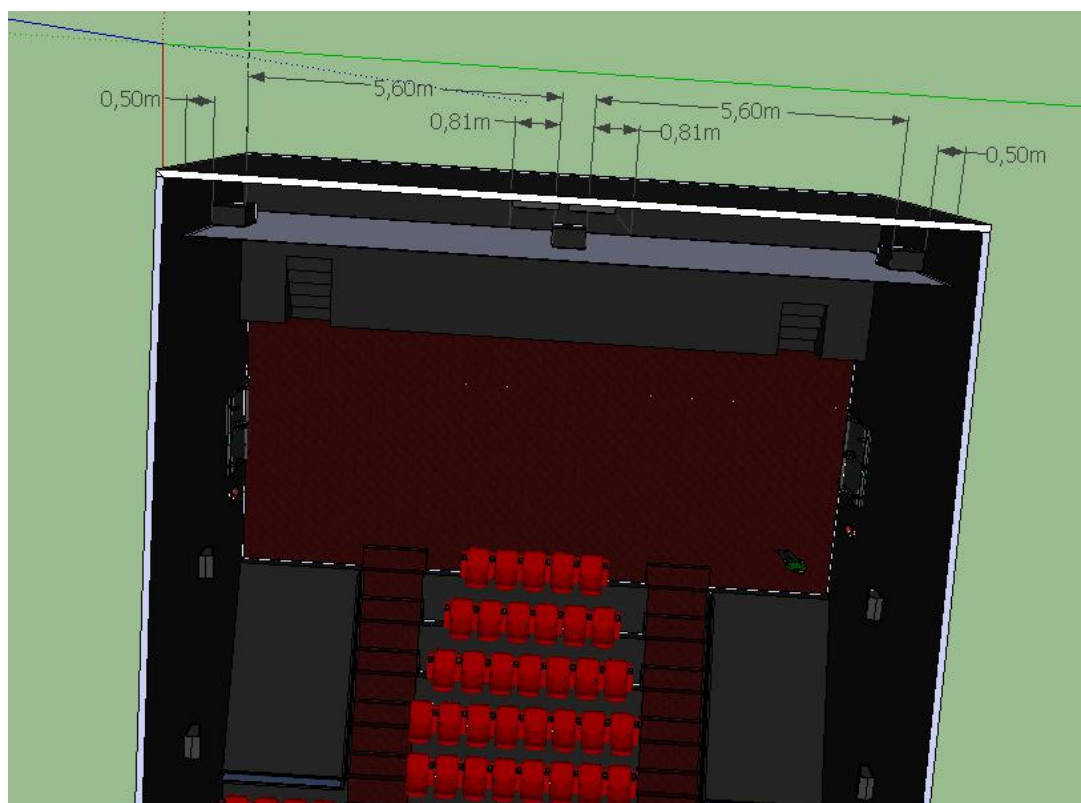


Ilustración 4. Colocación de los altavoces de pantalla y subwoofer.

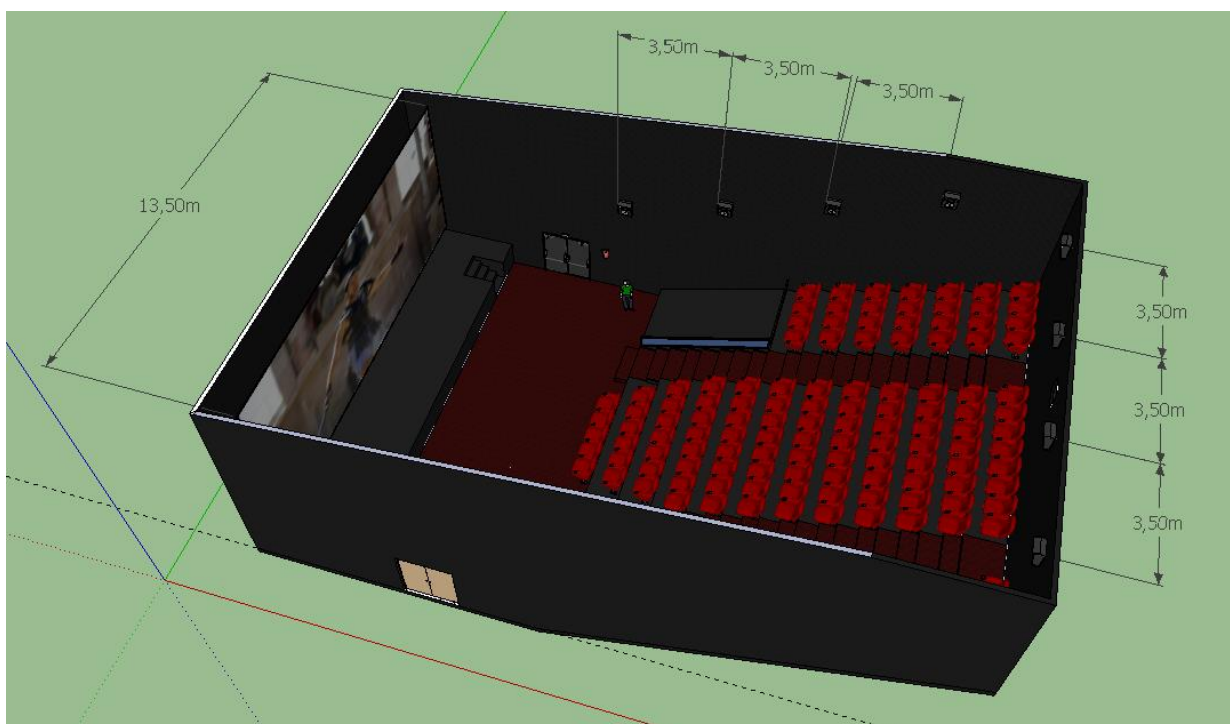


Ilustración 5. Colocación la pantalla y de los altavoces de surround.

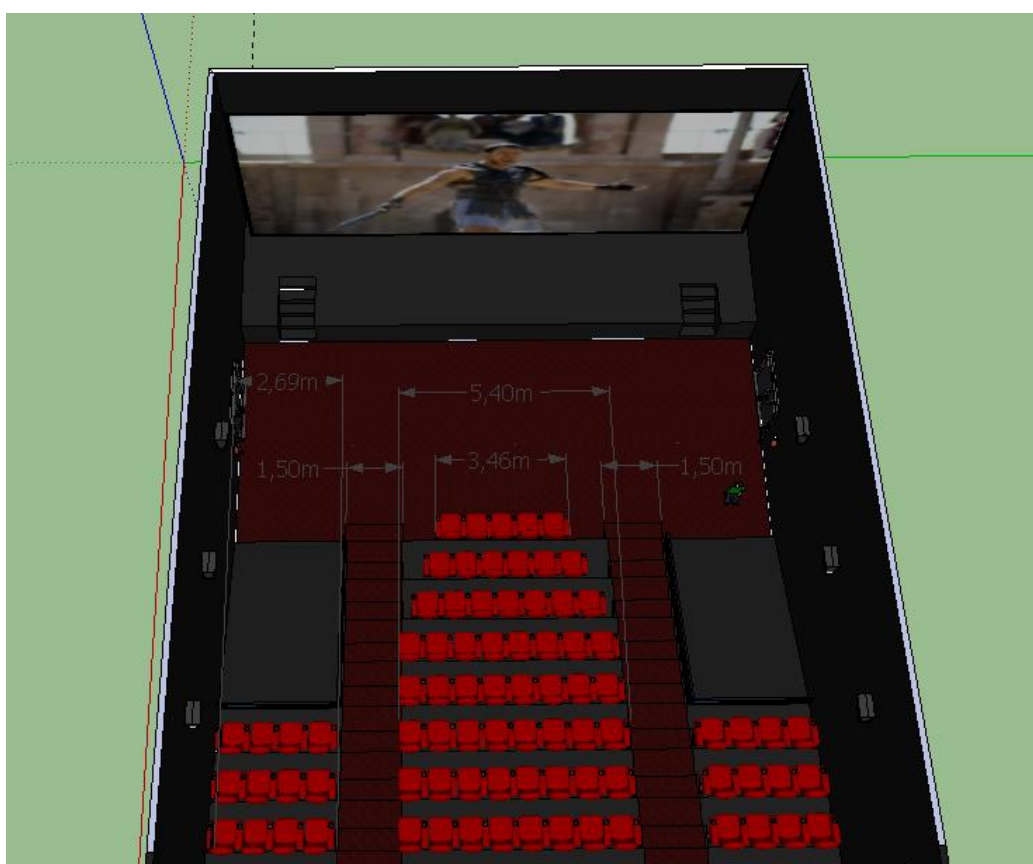


Ilustración 6. Colocación de las butacas en la sala.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acústica arquitectónica aplicada, Manuel Recuro López, 1997.
- Introducción a las salas para la palabra, Constantino Gil González, 2003.
- Sistema de refuerzo sonoro y megafonía, José Luis Sánchez Bote, 1999.
- Acústica arquitectónica, Manuel Recuero López y Constantino Gil González, 1991.
- SMPTE EG 18-1994.
- SMPTE 202M-1998.
- SMPTE RP 200-2002.
- ISO 2969.
- <http://www.crownaudio.com>, web de Crown.
- <http://www.jblpro.com>, web de los altavoces de JBL.
- <http://www.dolby.com>, web del procesador Dolby.
- <http://www.figueras.com/Butacas.html>, web de las butacas Figueras.
- <http://www.harkness-screens.com/>, web del distribuidor de pantallas Harkness Screens.
- <http://www.gdc-tech.com/>, web del servidor.
- <http://www.wikipedia.com>, web con información complementaria.
- <http://www.xataka.com/otros/cine-en-3d-los-sistemas-que-existen>, información acerca del cine 3D.

